والشمس والتى تم إستنتاجها من أرصاد الرادار على عطارد والزهرة هى ١٤٩٥٩٧٨٩٢ كم بخطأ قدره من ٢ إلى ٥ كم . (وتستخدم عالميا القيمة ١٤٩٦٠٠٠٠٠كم كوحده فلكية وذلك عند القيام بتعيين المسافات فى المجموعة الشمسية أو للنجوم المزدوجة) .

إختلاف منظر الدوران

rotational parallax
parallaxe de rotation *(sf)*
Rotationsparallaxe *(sf)*

← إختلاف المنظر

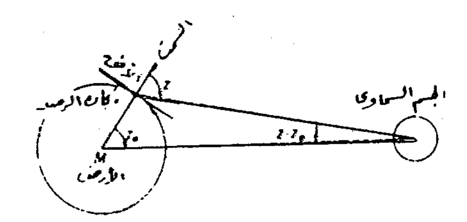
إختلاف المنظر

parallax
parallaxe *(sf)*
Parallaxe *(sf)*

(١) الزاوية بين خطين يصلان إلى نقطة واحدة من مكانين مختلفين ، أى الزاوية التى تقابل الخط (القاعدة) الواصل بين مكانين مختلفين عند النقطة المحصورة . ومع ثبات طول القاعدة فإن إختلاف منظر نقطة ما يأخذ فى الصغر كلما بعدت هذه النقطة عن القاعدة . لذلك يمكن تعيين المسافات بواسطة قياس إختلاف المنظر . ولهذا السبب نفهم فى الفلك تحت إصطلاح إختلاف المنظر أيضا

(٢) بعد أى جرم سماوى .

يحدث تغيير فى مكان الراصد بالنسبة لجرم سماوى معين بواسطة (١) دوران الأرض ، (٢) حركة الأرض حول الشمس ، (٣) حركة الشمس ومعها مجموعة الكواكب بالنسبة للنجوم القريبة . ونتيجة لهذه التغيرات الدائمة فى مكان الراصد فإن مساقط الأجرام السماوية على السماء تختلف بإستمرار . ويسمى ما ينتج عن ذلك من إختلاف فى المكان **بحركة إختلاف المنظر**. وحسب الأسباب الثلاثة لإختلاف المنظر فإننا نميز بين ثلاثة أنواع لحركة إختلاف المنظر وثلاثة أنواع لاختلاف المنظر.



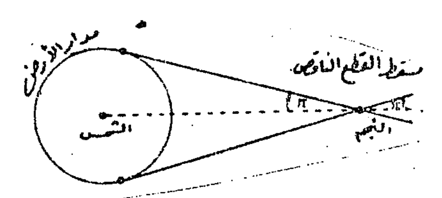
الاختلاف اليومي للمنظر ويساوى الفرق بين المسافة السمتية لجرم سماوى كما يراه راصد من على سطح الأرض والمسافة لنفس الجرم السماوى عند مركز الأرض .

(١) **الإختلاف اليومى للمنظر** ، وهو الزاوية المقاسة عند الجرم السماوى فى المجموعة الشمسية بين كل من الإتجاه إلى مركز الأرض وإلى راصد على سطحها . وبسبب حركة المشاهد اليومية نتيجة دورانه حول محور الأرض فإن الإختلاف اليومى للمنظر يتأرجح دوريا بين نهاية صغرى ، عندما يتواجد الجرم السماوى على خط الزوال ، وبين نهاية كبرى ، عندما يكون فوق الأفق . وبالنسبة للنهاية الكبرى ، **الإختلاف الأفقى للمنظر** π فإن $\pi = \frac{a}{r}$ وذلك عندما يكون a نصف قطر الأرض ، r البعد بين مركزها وبين الكوكب . يبلغ الإختلاف اليومى للمنظر فى حالة الشمس فى المتوسط ٨٫٧٩″ بينما نظيره صغير جدا بالنسبة للنجوم الأخرى وذلك بسبب بعد النجوم الهائل . ونظرا لقرب القمر الشديد من الأرض ، فلابد من مراعاة إختلاف شكل الأرض عن الكره ، أى إختلاف طول القاعدة من مركز الأرض إلى مكان الراصد بالنسبة للعروض الجغرافية المختلفة . تبلغ أكبر قيمة لاختلاف منظر القمر ، أى **الاختلاف الأفقى الإستوائى** حوالى ٣٤٢٢٫٤٥″ ، وتحدث عندما يتواجد القمر فى أفق المكان على خط الإستواء .

من رصد الأجرام السماوية ، أفراد المجموعة الشمسية . تنتج مواقع مختلفة للجرم السماوى على الكرة السماوية ، وذلك إذا أخذنا الأرصاد من أماكن مختلفة على سطح الأرض . وحتى يمكن مقارنة هذه الأرصاد ببعضها ننسبها جميعا إلى مركز

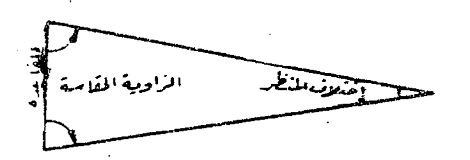
الأرض ، أى أننا ننتقل بالإحداثيات من على سطح الأرض إلى مركزها ، الشئ الذى يتم بإضافة الاختلاف اليومى فى المنظر إلى الإحداثيات على سطح الأرض .

(٢) الإختلاف السنوى للمنظر : وهو الزاوية المقاسة عند جرم سماوى بالثوانى القوسية بين كل من الإتجاه إلى الأرض وإلى الشمس . فتبعا لحركة الأرض السنوية حول الشمس تتغير قيمة الزاوية دوريا . ولما كان نجم ما يُرى مُسقطا على السماء من نقط مختلفة فى مدار الأرض فإن النجم يصنع ظاهريا على الكرة السماوية قطع ناقص يقطعه النجم خلال



(٢) حركة إختلاف المنظر السنوية للنجوم.

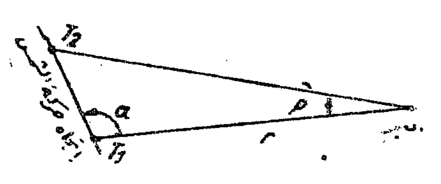
عام . وإذا ما تواجد النجم فى دائرة البروج ، فإن القطع الناقص يتحول إلى خط ، أى أن الإختلاف السنوى لمنظر النجم يتأرجح هنا وهناك . وإذا تواجد النجم فى القطب من دائرة البروج فإن القطع الناقص يتحول إلى دائرة . وفى المعنى الدقيق فإن نصف القطر الأكبر (مقاسا بالثوانى القوسية) فى القطع الناقص يسمى بالإختلاف السنوى للمنظر . وهذا عبارة عن الزاوية التى يبدو عليها نصف القطر الأكبر لمدار الأرض من النجم . بذلك نحصل على إمكانية سهلة لقياس الإختلاف الشوى للمنظر : إذا قسنا نصف القطر الأكبر فى قطع إختلاف المنظر الناقص على الكرة السماوية ورمزنا لطول نصف القطر الأكبر لمدار الأرض بالرمز a وإلى بعد النجم بالرمز r فإن إختلاف المنظر π يعطى بالعلاقة حا $\sin \pi = \frac{a}{r}$ ولما كان الإختلاف السنوى للمنظر ، بسبب صغر الزاوية ، يتناسب تقريبا تناسبا عكسيا مع بعد النجم



(٣) لتوضيح فكرة تعين إختلاف المنظر.

عن الشمس – مع زيادة المسافة تقل قيمة إختلاف المنظر والعكس – فإن هذه القاعدة تستخدم لتعيين أبعاد النجوم . فمثلا إذا كان البعد بين الشمس والنجم $٣٫٠٨٥٦ \times ١٠^{١٣}$ كم فإن الإختلاف السنوى للمنظر يصبح ثانية قوسية واحدة . لذلك تسمى هذه المسافة بثانية إختلاف المنظر أو البارسك وتستخدم كوحدة قياس طوليه فى الفلك النجمى . وبين الإختلاف السنوى للمنظر π بالثوانى القوسية بالنسبة لنجم ما وبين بعده r بالبارسك تنطبق العلاقة $r = \frac{1}{\pi}$. ومن ناحية الرصد فإنه يمكن قياس إختلاف سنوى فى المنظر أكبر من حوالى ٠٫٠١″

(٣) الإختلاف الحقى للمنظر : تتحرك الشمس ومعها كل مجموعتها الكوكبية بالنسبة للنجوم القريبة بسرعة حوالى ٢٠ كم ث . ولو رصدنا الشمس من على نجم آخر فإنها تُرى فى زمنين مختلفين فى منطقتين مختلفتين من مدارها . ويحصر إتجاهى الرصد عند النجم زاوية تسمى بالإختلاف الحقى للمنظر . وتزداد قيمة الإختلاف الحقى للمنظر دائما مع طول الفترة الزمنية بين النقطتين . ومع الشمس فى حركتها تشترك الكواكب والأرض أيضا ، التى تُرى منها النجوم مسقطة على الكرة السماوية . وتنعكس حركة الشمس فى إزاحة النجم على الكرة السماوية أى خلال حركة ذاتية . إلا أنه لابد أن نأخذ فى الإعتبار أن النجم المنسوب إليه الحركه له أيضا حركة ذاتية


(٤) الإختلاف الحقى للمنظر.

حقيقية ، بحيث أنه فى حالة نجم واحد فقط لا يمكننا التمييز بين الجزء من الحركة الذاتية الناشئ فعلا من حركة النجم ذاته والجزء الآخر الذى مصدره إختلاف فى المنظر .

ولما كانت قيمة الإختلاف فى المنظر تعتمد على بُعد الجرم السماوى ، لذلك فإن إختلاف المنظر يمكن إستخدامه فى تعيين المسافات فى حالة النجوم ، إذا عرفنا فقط طول القاعدة . وهذه هى نفس الطريقه التى تستخدم فى أعمال المساحة لقياس المسافات على سطح الأرض . فعند كل من نهايتى قاعدة تقاس الزاوية بين مكان الهدف المراد تحديد مسافته وبين نقطة النهاية الأخرى للقاعدة . ومن هاتين الزاويتين ومن طول القاعدة يمكن إستخراج الزاوية عند النقطة H وكذلك إختلاف منظرها بالنسبة للقاعدة ثم يمكن حساب البعد بين النقطة H والقاعدة . ولا يمكن إستخدام الإختلاف اليومى للمنظر فى تعيين أبعاد النجوم ، لأن القاعدة المقامة ، أى قطر الأرض صغير جدا ، لدرجة أن إختلاف المنظر اليومى لنجم ما يصبح صغيرا بدرجة تجعل قياسه صعبا ، وذلك نظرا لبعد النجم الشديد . فى مقابل ذلك يمثل قياس الإختلاف السنوى للمنظر إمكانية أحسن لتعيين مسافات النجوم . ويتطلب هذا أن يكون نصف القطر الأكبر لمدار الأرض حول الشمس ، والذى يبلغ حوالى ١١٠٠٠ مرة أكبر من قطر الأرض ، معروفا بدقة بالغة ، ولتحديد هذا الطول نقيس إختلاف منظر الأجرام السماوية فى المجموعة الشمسية ، والتى يمكن أن نعين لها القاعدة بدقة متناهية على سطح الأرض (← إختلاف المنظر للشمس) .

بالتحديد فإننا نميز فى تعيين مسافات النجوم بين طريقتين ؛ المطلقة (الأولية) والنسبية (الثانوية) . ففى الطرق الأولية أو المطلقة ، التى ينتمى إليها ما يلزم لتعيين كل من إختلاف المنظر الهندسى والحقبى والنجمى والديناميكى نحصل على بعد الشمس مباشرة ، بدون معرفة ضرورية بأبعاد نجوم أخرى . ويختلف الوضع بالنسبة للطرق النسبية أو الثانوية ، التى ينتمى إليها طرق تعيين إختلاف المنظر الفوتومترى والدورانى ؛ فهذه تستلزم معرفة مسافات نجوم أخرى .

(١) إختلاف المنظر الهندسى :

إن أساس تعيين إختلاف المنظر الهندسى هو شكل الإختلاف السنوى لمنظر النجوم . فنعين لذلك قطع إختلاف المنظر الناقص للنجم المراد ، والذى ينشأ من حركة الأرض حول الشمس كالآتى : نعين قطع إختلاف المنظر بالنسبة للنجوم المجاورة خافتة الضوء . ويمكن الإفتراض بأن هذه النجوم تصنع لبعدها الشديد إختلاف منظر صغير جدا بدرجة تمكن من إهماله ، بدون أن تتأثر قياسات إختلاف منظر النجم تحت الإختبار . يعطى نصف القطر الأكبر لقطع إختلاف المنظر ما نبحث عنه من إختلاف منظر النجم ومنه نستخرج بعد النجم بمعونة نصف قطر مدار الأرض المعروف . أما الخطأ المتوسط فى تعيين نصف القطر الأكبر فى قطع إختلاف المنظر فيمكن بمساعدة طرق الأرصاد والتحليل الحديثة أن ينخفض إلى ± ٠٠٣ر٠ً وبمقارنة أرصاد قياس المسافات لنفس النجم من مراصد مختلفة نحصل على خطأ أكبر من ذلك بعض الشئ ، هو حوالى ± ٠١ر٠ً وعليه فإن حدود تطبيق هذه الطريقة تقف حاليا عند النجوم التى لا يزيد بعدها عن ١٠٠ بارسك . وتعتبر هذه الطريقة أهم الطرق نظرا لخلوها من آية إفتراضات .

كان أول قياس لإختلاف المنظر الهندسى فى عام ١٨٣٨/١٨٣٩ وهو ما قام به « بيزل » للنجم ٦١ ــ الدجاجه . وحتى الآن فإننا نعرف إختلاف المنظر الهندسى لحوالى ٧٥٠٠ نجم ، وإن كان نصف هذا العدد يقع تحت الخطأ المتوسط . وأكبر إختلاف منظر هندسى هو ٧٦٢ر٠ً أى ما يقابل بُعدا قدره ٣١ر١ بارسك للنجم الأقرب القنطورى و ٧٥١ر٠ً

للنجم ألفا القنطورى الذى يوجد على بعد ١٫٣٣ بارسك .

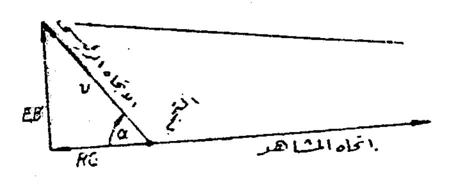
(٢) الاختلاف الحقي للمنظر :

إن حركة إختلاف منظر النجوم فى السماء ، التى تنشأ من حركة الشمس بالنسبة لمجموعة النجوم القريبة يمكن إستخدامها لتعيين مسافات تلك النجوم . ولما كان من الصعب الفصل بين الإختلاف الحقي والحركة الذاتية للنجم ، فإن هذه الطريقة تُطبق فقط فى حالة مجموعات النجوم . وفى هذا الشأن لابد من إفتراض أن مجموعة النجوم المراد قياس إختلاف منظرها تقع على نفس المسافة منا وأن حركتها فى داخل المجموعة من ناحية القيمة والإتجاه على غير نظام ، أى عندما نأخذ المتوسط فإن هذه القيم تتلاشى مع بعضها بحيث يبقى الإختلاف المنتظم للمنظر فقط ، والذى تسببه حركة الشمس . من سرعة الشمس v يمكن حساب المسافة المقطوعة بين الزمنين T_1 ، T_2 . علاوة على ذلك فإن المسافة الزاوية α لنجم من المجموعة بين إتجاه النجم وإتجاه نقطة ثابته فى مدار الشمس ممكنة القياس . وبهذا نستطيع إستنتاج إختلاف المنظر p على السماء الذى يساوى الزاوية p بين الإتجاهين من النجم إلى النقطتين فى مدار الشمس ، وبالمثل فإن المسافة المتوسطة r تعطى بالعلاقة

$$r = v(T_2 - T_1)\frac{\sin \alpha}{\sin p}.$$

(٣) إختلاف منظر تيار النجوم :

ويقاس هذا أيضا على أساس الطريقة الهندسية . وتعتمد هذه الطريقة على الإتجاه والسرعة لحركة نجوم حشد نجومى متحرك يمكن إفتراضه كتيار من النجوم . فمن أرصاد متباعدة زمنيا بدرجة كافية يمكن بطريقة سهلة نسبيا تعيين الحركة الذاتية لأفراد الحشد . كما يمكن أيضا قياس المسافة الزاوية α للنجم تحت الإختبار وذلك من إتجاه المستقر ، أى إتجاه حركة الحشد . وإذا ما عرفنا كذلك السرعة v للحشد ككل فى الفضاء فإننا نستطيع بهذه المعلومات تعيين



(٥) إختلاف منظر تيا رر النجوم .

مسافة النجم . وبالنسبة للمسافة EB المقطوعة فى الثانية الواحدة عموديا على الخط الواصل بين النجم والمشاهد فإنه ينطبق : $EB' = v \cdot \sin \alpha$.

ومن الفارق الزمنى بين الرصدتين اللازمتين لقياس الحركة الذاتية ، نحصل بجانب حركة النجم الذاتية ، أى المسافة المقطوعة على الكرة السماوية ، أيضا على المسافة التى قطعها النجم فى الفضاء . ويلزم لذلك فقط أن نضرب EB فى فارق الزمن ومن الحركة الذاتية مقاسة بالمقياس الطولى مرة ومقاسة بالزاوية مرة أخرى تنتج مسافة النجم بعلاقة هندسية بسيطة . ولابد فى هذه الطريقة من تحديد السرعة v للحشد فى الفضاء ولو لنجم واحد على الأقل وذلك بقياس كل من حركته الذاتية وسرعته الخطية .

إن إختلاف منظر تيار النجوم مؤكد إلى حد ما نظرا للحركة الذاتية الكبيرة نسبيا لأفراد الحشد ، والتى يمكن قياسها بسهولة ودقة وكذلك نظرا للدقة المعروف بها مستقر حركة الحشد . ويبلغ الخطأ المتوسط فى هذه الطريقة حوالى من ٢٠ إلى ٥٠ ٪ وتحدث فقط أخطاء حاسمة إذا أعتبر نجم مجالى كفرد من الحشد . يصل عدد النجوم التى تم تحديد أبعادها بهذه الطريقة بضع مئات ويبلغ مدى الطريقة إلى مسافة ٥٠٠٠ بارسك . وقد تم بهذه الطريقة تعيين مسافة نجوم الثريا وتبلغ ١٢٦ بارسك . و كان « بوس » فى عام ١٩٠٨ أول من قاس إختلاف منظر تيار النجوم وذلك على حشد القِلاص .

(٤) الإختلاف (الإفتراضى) الديناميكى للمنظر :

فى حالة المزدوجات البصرية ، التى نعرف فيها

مدار التابع حول النجم الرئيسى ، يمكن تحديد المسافة مباشرة ، عندما نعرف من الأرصاد الطيفية سرعة التابع فى مداره . فمن زمن الدوره وسرعة الدوران فى المدار تنتج المسافة المتوسطة بالقياس الطولى ، ومن البعد الخطى والبعد الزاوى بين النجمين نحصل على المسافة بين المزدوج والأرض . ولا يمكن فى حالة كثير من المزدوجات البصرية تحديد سرعة الدوران فى المدار طيفيا ، لكنه من الممكن بالنسبة لهذه النجوم وعلى أساس إفتراضات متفق عليها ، إستنتاج المسافة المتوسطة a بين النجمين بالوحدات الفلكية ، وذلك بتطبيق قانون كبلر الثالث

$$a^3 = (M_1 + M_2)\,P^2.$$

حيث M_1 ، M_2 هما كتلتى النجمين بوحدات الشمس بينما p هى زمن دورة التابع حول النجم الرئيسى بالسنين . ويمكن تعيين زمن الدورة بدقة بالغة ، إلا أن الكتل غير ممكن تحديدها مباشرة ، ولذلك لابد من بعض الإفتراضات المعقولة عن الكتلة . فعلى سبيل المثال يمكن التصرف فى ذلك بإستخدام الكتل المناظرة للنوع الطيفى ، أو بإفتراض أن كتلة كل من فردى المزدوج قدر كتلة الشمس . وما نحصل عليه بهذه الطريقة من تقديرات للمسافة بين النجمين ومن المسافة الزاوية بينهما نستنتج بُعد المزدوج .

تزداد دقة هذه الطريقة كلما زادت الدقة فى تحديد عناصر مدار المزدوج البصرى ، إلا أنها محدودة فى مداها بضرورة أن يُرى النجم كمزدوج عضوى . من هنا فإن مدى هذه الطريقة يصل إلى حوالى ٢٠٠ بارسك . وقد قام «شيلزنجر» بتعيين مسافات حوالى ٢٥٠٠ نجم مستخدما طريقة الاختلاف الديناميكى للمنظر .

(٥) إختلاف المنظر بالدوران :

نظرا للدوران التفاوتى ، أى السرعات المختلفة للنجوم فى مداراتها حول مركز مجرة سكة التبانه ، فإن السرعة المتوسطة للنجوم بالنسبة للشمس تعتمد على كل من الطول المجرى وبُعد النجوم عن الشمس . وتصف معادلات «أورت» للدوران (←—— مجرة سكة التبانه) هذه العلاقة المنتظمة . ويمكن بمعونة هذه المعادلات إستنتاج بعد النجوم عن الشمس من كل من السرعات الخطية المرصوده والطول المجرى المعروف . وتزداد دقة الطريقة كلما إزداد بعد النجوم عن الشمس ، أى كلما زادت قيمة السرعة الخطية الناشئة من الدوران التفاوتى ، إذ تبدو فى مقابل ذلك السرعات الخطية الذاتية للنجوم فى الفضاء صغيرة . إن حدود تطبيق هذه الطريقة مشروط بمدى المطاييف النجومية . وقد تم تطبيقها بنجاح لتعيين مسافات نجوم دلتا قيناوى ومسافات السدم الكوكبية والحشود النجمية ، كما أنها أُستخدمت حديثا للتحقق من مسافات سحب الهيدروجين المتعادل ، الذى أمكن بمساعدته كشف النقاب عن التركيب الحلزونى لمجرة سكة التبانه .

(٦) الإختلاف الفوتومترى للمنظر :

إذا ما عرفنا اللمعان المطلق M لنجم ما وكان لمعانه الظاهرى المقاس m فإن المسافة بالبارسك تنتج من العلاقة

$$M - m = 5 - 5 \cdot \log r$$

(←—— اللمعان) . وفى ذلك لابد من إفتراض أن اللمعان الظاهرى لم يتأثر بأى إستبعاد فى مادة ما بين النجوم أو فى داخل الغلاف الجوى الأرضى . أما التغيير الممكن حدوثه بواسطة هذه المؤثرات فلابد من تداركه ولو تقريبيا بالحساب قبل إستخدام هذه العلاقة . وترجع صعوبة إستخدام المعادلة المذكورة إلى عدم دقة معلوماتنا عن اللمعان المطلق للنجوم . فلو حاد على سبيل المثال ، اللمعان المطلق الحقيقى عما هو مفروض بقدر واحد فإن هذا يعطى قيما لإختلاف المنظر يصل الخطأ فيها إلى ٥٠ ٪ . وعلى حسب الوسيلة التى تم بها تعيين اللمعان المطلق للنجوم فإننا نميز بين طرق فوتومترية عديدة :

(أ) فى الإختلاف الطيفى للمنظر :

يتم تحديد اللمعان المطلق للنجوم من التوزيع فى شدة بعض الخطوط الطيفية فى أطياف النجوم. ولابد أولا من معايرة ذلك على نجوم معروف إختلاف منظرها. وتبلغ دقة تعيين إختلاف المنظر بهذه الطريقة حوالى من ٢٠ إلى ٦٠ ٪. ومدى الطريقة يحدده اللمعان الظاهرى للنجوم، حيث يمكن فقط الحصول على طيف ذو تفريق كاف من النجوم اللامعة. أقترح هذه الطريقة كل من «آدمز» «وكول شوتز» عام ١٩١٤.

(ب) وإذا ما أردنا إستخراج مسافة نجوم خافته اللمعان فإنه من الممكن إستخدام النوع الطيفى لتحديد اللمعان المطلق، حيث أن النوع الطيفى يمكن تعيينه للنجوم حتى القدر ١٥. ويعطى، على سبيل المثال، ——← شكل هرتز سبرنج - رسل العلاقة بين النوع الطيفى واللمعان المطلق. ولابد من معايرة هذه الطريقة بواسطة نجوم معروفة المسافة والنوع الطيفى. وما ينتج بعد ذلك من **إختلاف منظر النوع الطيفى** له درجة دقة بسيطة، لأن نجوم نفس النوع الطيفى يمكن أن تختلف فى لمعانها المطلق. لذلك فإننا مضطرون لإعتبار قيمة متوسطة من اللمعان المطلق لنجوم نفس النوع الطيف. ودقة ما يستنتج من مسافات بهذه الطريقة صغيرا جدا وعلى وجه الخصوص بالنسبة لنجوم الأنواع الطيفية المتأخره، لأن التشتت فى لمعانها المطلق كبير بصفة خاصة. بالاضافة إلى ذلك فإن درجة دقة الطريقة تتأثر بفعل التغيير اللونى التى تحدثه المادة غير النجمية فى طيف النجوم، لدرجة أنه يصعب معها التصنيف الطيفى فى حالة التلوين الشديد. من هنا فإن الإختلاف الطيفى للمنظر وإن كان غير عالى الدقة، إلا أنه إحتل أهمية كبيرة جدا فى الإحصاء النجمى، حيث يمكن عن طريقة إستخراج المسافات لعدد كبير من النجوم مرة واحدة.

(جـ) إختلاف منظر المتغيرات :

فى حالة بعض المتغيرات مثل نجوم دلتا قيفاوى، RR السلياقى يمكن من شكل المنحنى الضوئى ودورية تغييره تحديد اللمعان المطلق بدقة كبيرة نسبيا، كما أن لنجوم دلتا قيفاوى علاقة بين الدورة واللمعان يمكن منها إستنتاج اللمعان المطلق متى عرفت مدة الدورة ولابد فى ذلك أيضا من معايرة هذه الطريقة بإستخدام نجوم معروفة الأبعاد. يمكن بذلك تعيين مسافات الأجسام البعيدة جدا، لأن المتغيرات من هذا النوع لها لمعان كبير. وتسمح الطريقة أيضا بتعيين مسافات المجموعات النجومية الخارجية التى يتم فيها رصد نجوم دلتا قيفاوى.

(د) فى حالة المزدوجات البصرية، التى يمكن الحصول على طيف نجميها يمكن تطبيق طريقة فوتومترية أخرى لتعيين المسافة. فبين كتل النجوم التى نستطيع تحديدهما للنجمين فى الظروف المناسبة من عناصر المدار وبين أنصاف الأقطار توجد علاقة تجريبية، يمكن على أساسها تعيين نصفى قطرى النجمين. ومن نصفى القطرين ودرجة الحرارة الفعلية نستخرج قوة الإشعاع ومنها بالحساب اللمعان المطلق. يعطى هذا إمكانية لتعيين ما يسمى **بإختلاف المنظر الطاقى الإشعاعى** وهو دقيق نسبيا ومداه مساو للإختلاف الديناميكى للمنظر.

(هـ) أثناء تعيين إختلاف منظر الحشود النجمية والمجموعات النجومية الخارجية يمكننا إستعمال إما اللمعان المطلق المتوسط للنظام كله أو قطره الخطى وذلك فى حالة عدم وجود نجوم مميزة معروف لمعانها المطلق. ولما كان اللمعان فى مثل هذه الأجسام يقل ناحية الحافة فإن اللمعان المطلق والقطر المقاس يصبحان غير دقيقين. ومن هنا فإن الإختلافات فى الأرصاد تأتى نتيجة للإختلافات فى معالجة الأجزاء الخارجية. تصل هذه الطريقة إلى المجموعات

النجومية الخافتة جدا والموجودة على بعد حوالى ٣ بليون بارسك لدرجة أنها تُرصد بالكاد .

(ى) وهناك طريقة من نوع آخر يمكن إستخدامها فى حالة النجوم البعيده جدا من أى النوعين الطيفيين O أو B ، اللذان يظهر فى طيفها خطوط إمتصاص مصدرها مادة ما بين النجوم . فلو إفترضنا أن مادة ما بين النجوم موجودة بتوزيع منتظم بالقرب من مستوى سكة التبانه فإن عدد الذرات الغير نجمية تزداد بزيادة المسافة بين النجم والشمس ، الموجودة بالقرب من مستوى سكة التبانه ، وعليه تزداد شدة خطوط الإمتصاص . ويستلزم ذلك أيضا معايرة هذه العلاقة على نجوم معروفة مسافاتها . ويرجع عدم الدقة الكبير فى هذه الطريقة ، من ٥٠ إلى ١٠٠ ٪ ، إلى إفتراض التوزيع المنتظم لمادة ما بين النجوم وهو ما ليس حقيقيا . تطبق هذه الطريقة فقط فى حالة الدراسات الإحصائية . ولما كنا فى الغالب نستعمل فيها خطوط إمتصاص الكالسيوم فإن المسافات الناتجة تسمى بإختلاف منظر الكالسيوم . ويرجع السبب فى الإقتصار على نجوم النوعين الطيفيين المبكرين O ، B إلى أن الطيف الذاتى لهذه النجوم لا يحتوى على خطوط إمتصاص كثيرة ، الشئ الذى يُظهر الخطوط الغير نجمية بوضوح .

(ل) ومثل خطوط الإمتصاص غير النجمية فإنه يمكن إستعمال ما ينتج عن الغبار غير النجمى من تلوين فى ضوء النجوم وذلك فى التعيين التقريبى لإختلاف المنظر . وفى هذا الشأن فإن علينا فقط قياس التلوين فى ضوء النجم ، أى فائض اللون ، الذى تعطى قيمته مقياسا للمسافة . فى هذه الطريقة أيضا يُفترض توزيع منتظم لمادة ما بين النجوم بالقرب من مستوى سكة التبانه . ويعانى إختلاف منظر التلوين من نفس الصعوبات مثل إختلاف منظر الكالسيوم .

كانت أولى القيم لإختلافات المنظر هى ما قال بتعينها «أرستارخ» (حوالى عام ٢٦٥ ق . م) . وقد وجد هذا أن إختلاف المنظر للقمر ٤ر١° وللشمس ٣ر٤َ . ثم جاء «هيبارخ» وحَسَّن إختلاف منظر الشمس إلى ٨ر٢َ .

إختلاف المنظر بالطرق المختلفة

التسميه	الأجسام المستخدمه	المدى بالبارسك
الإختلاف الهندسى للمنظر	حسب النجوم	١٠٠
إختلاف منظر تيار النجوم	الحشود المتحركه	٥٠٠٠
الإختلاف الديناميكى للمنظر	المزدوجات البصريه	٢٠٠
الإختلاف الطيفى للمنظر	نجوم الأنواع الطيفيه A حتى M الألمع من القدر ٨ تقريبا	٢٠٠
إختلاف منظر النوع الطيفى	النجوم الألمع من القدر ١٤ إلى ١٥ تقريبا	٢٠٠٠
إختلاف منظر المتغيرات	متغيرات دلتا قيفاوى	١٢ مليون
الإختلاف الطاقى الاشعاعى للمنظر	المزدوجات البصريه	٢٠٠
إختلاف منظر الكالسيوم	نجوم النوعين الطيفيين B ، O	١٠٠٠
إختلاف منظر التلوين	جميع النجوم	٥٠٠٠

إختلاف منظر النجم الثابت

fixed star parallax
parallaxe de l'étoile fixe *(sf)*
Fixstern - Parallaxe *(sf)*

هو ← إختلاف المنظر .

آخر النهر

Acherner *(A)*

ألمع نجم (α) فى كوكبه النهر . ولمعان النجم من القدر الظاهرى ٠,٦ ويتبع النوع الطيفى B5 والقوة الإشعاعية ١٧ ويبعد عنا بحوالى ٢٥ بارسك أى ٣٥ سنة ضوئية .

إدينجتون

Eddington

هو سير آرثر ستانلى إدينجتون الفلكى الإنجليزى المولود بتاريخ ٢٨ / ١١ / ١٩٤٤ فى كندال والمتوفى بتاريخ ١٩٤٤/١١/٢٢ فى كامبردج ؛ منذ عام ١٩١٣ استاذ ومنذ عام ١٩١٤ مدير مرصد كمبردج . وقد أثمرت على يد إدينجتون فروع كثيرة من علم الفيزياء الفلكية خصوصا عن نظرية التركيب الداخلى للنجوم . وأكتشف العلاقة بين الكتلة والقوة الإشعاعية كما إهتم إدينجتون بنظرية الأقزام البيضاء وكذلك مادة ما بين النجوم وبحث فى نظرية النسبية وأشتهر بتبسيطه للموضوعات الفلكية .

ومن أعماله الرئيسية : التركيب الداخلى للنجوم (١٩٢٦) ، النجوم والذرة (١٩٢٨) وطبيعة العالم الفيزيائى (١٩٢٩) .

آدمز

Adams

هو فالترسيدنى ادمز الفلكى من أمريكا الشمالية المولود بتاريخ ٢٠ / ١٢ /١٨٧٦ بالقرب من أنطاكيا (تركيا) والمتوفى بتاريخ ١١ / ٥ / ١٩٥٦ فى باسادينا (الولايات المتحدة الأمريكية) ؛ وقد عمل فى الفترة من ١٩٠١ - ١٩٠٤ بمرصد يبركس وبعد ذلك بمرصد مونت ويلسون وكان مديرا له فى الفترة من ١٩٢٣ - ١٩٤٦ . وعُرف آدمز من خلال أبحاثه على أطياف النجوم ووضع لأول مرة (بالاشتراك مع كول شوتر) طريقة لتحديد قوة الإشعاع من الطيف .

أدونيس

Adonis

← كويكب

أدياباتى

adiabatic
adiabatique
adiabatisch

← تغيير فجائى

الأذرع الحلزونية

spiral arms
bras spirales *(pm)*
Spiralarme *(pm)*

هى أحد الأشكال المميزة لمجموعة معينة من ← المجموعات النجومية . وعن نظام الأذرع الحلزونية فى مجموعتنا النجومية ← سكة التبانه .

الإرتفاع

altitude, elevation
hauteur *(sf)*
Höhe *(sf)*

هو الزاوية بين الأفق والجرم السماوى مقاسة على دائرته العمودية بالدرجات . ويتخذ الإرتفاع فى إتجاه السمت موجبا وفى إتجاه النظير سالبا (شكل ← الإحداثيات) .

إرتفاعى - سمتى

altazimuth

← آلات القياس الزاوية .

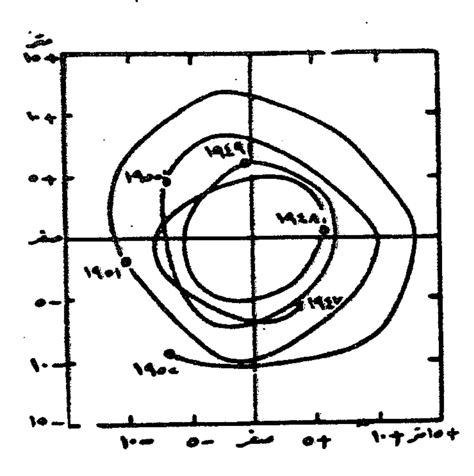
إرتفاع القطب

elevation of the pole
hauteur du pôle *(sf)*
Polhöhe *(sf)*

هو المسافة الزاوية على السماء من أفق الرصد إلى قطب السماء ، وهى مساوية تماما للعرض الجغرافى للمكان . يتضح من الأرصاد أن إرتفاع القطب غير ثابت وإنما تتأرجح قيمته فى دوره طولها من ٤١٥ إلى ٤٣٣ يوما ، دورة شاندلر ، حول قيمة متوسطة . إلا أن الأختلافات عن القيمة المتوسطة صغيرة فهى لا تزيد عن ٣٥ر٠ وحول هذه القيمة يتأرجح بالتالى العرض الجغرافى للمكان .

يرتبط نظام الأفق ، الذى يُقاس فيه إرتفاع القطب فى مكان الرصد ، بجسم الأرض . ولما كان قطب السماء هو نقطة تلاق إمتداد محور دوران الأرض مع القبة السماوية اللانهائية البعد فإن ترنح **إرتفاع القطب** لابد أن يكون راجعا إلى إنتقال محور دوران الأرض فى الفضاء . وتُمثل الأرض فى دورانها حركة مغزل . ومما هو معروف من نظرية هذه الأجسام يتضح أن السبب فى إنتقال محور الدوران يرجع إلى أن هذا المحور لا ينطبق مع محور تماثل المغزل . ولو كانت الأرض متماسكة تماما فإنه ينتج من النظرية دورة طولها حوالى ٣٠٤ يوم لتغيير إرتفاع القطب . أما الدورة الطويلة الحقيقية فتدل على عدم صلابة الأرض تماما . وليست دورة تأرجح إرتفاع القطب ثابته تماما وإنما يغلب وجود ترنحات عن الدورة المتوسطة ترجع إلى إنتقال المادة فى أو فوق الأرض ، على سبيل المثال نتيجة لإزاحة تراب الأرض أثناء تكوين الجبال أو نتيجة لانتقال المناطق من الهواء العالية والمنخفضة الضغط .

وبالإضافة إلى الدورة من ٤١٥ إلى ٤٣٣ يوما توجد دورة قليلة الوضوح طولها سنة واحدة ، يحتمل أن تكون ناتجة من التغيير فى نسبة الجليد أو الثلوج فى مناطق الأرض القطبية ونتيجة للإزاحة الدورية للمناطق عالية ومنخفضة ضغط الهواء .



حركة القطب الشمالى (أى نقطة إلتقاء محور دوران الأرض حول نفسها من الناحية الشمالية مع الكرة السماوية) خلال الفترة من عام ١٩٤٧ إلى عام ١٩٥٢ .

تتسبب زحزحة محور الدوران فى داخل الأرض فى حدوث إنتقال القطب الجغرافى ، نقطة تلاق محور دوران الأرض مع سطحها إلا أن الإختلاف عن الوضع المتوسط بسيط ولا يزيد عن ٢٠ م .

فى عام ١٨٩٩ شُكلت خدمة دولية لمراقبة ترنح إرتفاع القطب مكونة من خمسة مراصد على خط العرض الجغرافى الشمالى ٨َ ٣٩° وموزعة بإنتظام حول الأرض .

تم إكتشاف ترنح إرتفاع القطب فى عام ١٨٨٥ بواسطة «كوستنر» .

إرج

Erg

وحـدة لـقـيـاس الشـغـل والـطـاقـة ١ إرج = ١٠$^{-7}$ جول = ١ داين . سم = ١ جم . سم^{2} . ث$^{-2}$.

٣ر٦ × ١٠^{13} إرج = ١ كيلو وات ساعة .

أرجوحة الجبار .

Orion trapezium
trapèze d'Orion *(sm)*
Trapez *(sn)*

← المعين

ارجيلندر

Argelander

هو فريدريك ويلهام أوجست أرجيلندر الفلكى الألمانى المولود بتاريخ ١٧٩٩/٣/٢٢ فى ميمل (حاليا كلايبيدا) والمتوفى بتاريخ ١٨٧٥/٢/١٧ فى بون ؛ منذ ١٨٢٣ راصد فى توكو وهلسنكى بفنلندا ثم منذ ١٨٣٧ أستاذ فى بون ومديرا للمرصد بها . إشتغل أرجيلندر فى بداية حياته الفلكية بالحركات الذاتية للنجوم وحركة الشمس الشاذة وأصدر فى عام ١٨٤٣ أطلس النجوم «يورانوميتريانوفا» . كما ظهر له فى الفترة من ١٨٥٩ إلى ١٨٦٢ مصنف بونر الذى مازال يعمل به مرجعا قياسيا حتى يومنا هذا .

أرستوطاليس

Aristarch

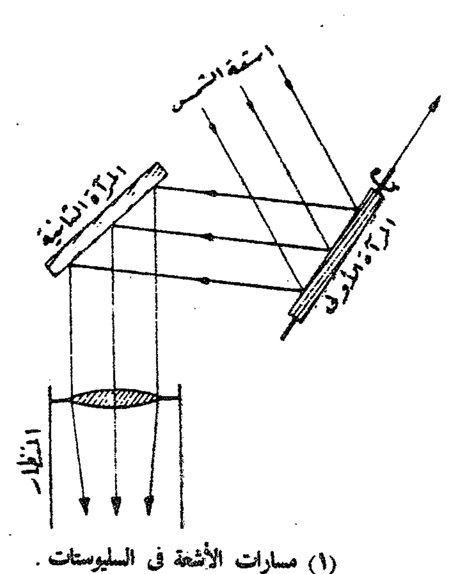
فلكى يونانى ولد فى حوالى عام ٣٢٠ وتوفى عام ٢٥٠ قبل الميلاد ؛ ومن تعاليمه أن الأرض تتحرك حول الشمس . ولم يمكنه إعطاء دليل على ذلك وعليه فلم تجد تعاليمه مؤيدين . وفى مقاله عن «حجم وأبعاد الشمس والقمر» حاول أرستوطاليس لأول مرة إستنتاج بُعد الأرض عن الشمس بطرق هندسية .

أرصاد الشمس

solar observations
observations du soleil *(pf)*
Sonnenbeobachtungen *(sf)*

تجرى الأبحاث المستمرة على الشمس على وجه الخصوص نظرا لإمكانية مشاهدة ظواهر كثيرة ، تختفى عن الأرصاد فى حالة النجوم الثوابت الأخرى ، وذلك بسبب القرب الشديد للشمس . ونتتبع قبل كل شئ ظواهر النشاط الشمسى لهذا الفرض.فقد تكونت مجموعة دولية لمراقبة الشمس حتى لا تترك آية ظاهرة بدون رصد ولو كان ظهورها لفترة زمنية قصيره علاوة على ذلك فقد تخصصت أعداد كاملة من المراصد فى دراسة الشمس ، وعلى سبيل المثال معهد فراونهوفر بمدينة فرايبورج بريجدورف فى ألمانيا الغربية والمرصد الأيدجنوزى بمدينة زيورخ فى سويسرا . وفى ألمانيا الديمقراطية تؤخذ أرصاد الشمس فى المعهد المركزى لفيزياء الشمس . وفى جمهورية مصر العربية يتم بإنتظام أخذ أرصاد الشمس فى مرصد حلوان التابع لأكاديمية البحث العلمى .

وتواجه أرصاد الشمس مشكلات مختلفة عن الأرصاد الفلكية الأخرى . ففى حالة الشمس تختفى صعوبة الضعف الشديد فى لمعان الجسم المرصود ، بل وتتسبب شدة الإشعاع الكبيرة فى إضطراب أغلب الأرصاد . ويعطى المحتوى الضوئى الكبير والقرب الشديد للشمس ، على سبيل المثال ، إمكانية لإجراء الدراسات الطيفية بأكبر تحليل وكذلك دراسة الأجزاء المختلفة من قرص الشمس . وقد تم بناء سلسلة من الأجهزة لأغراض الأرصاد الشمسية تتناسب مع ظروف تلك الأرصاد . ومما يعمل على تعكير صفو الأرصاد الشمسية ضوء الشمس الشديد المتشتت بفعل الغلاف الجوى الأرضى وكذلك عدم إستقرار الهواء ، الذى يختلف أثناء إضاءة الشمس وقت النهار عنه أثناء الليل . وحتى نتفادى تأثير الغلاف الجوى الأرضى فقد تم

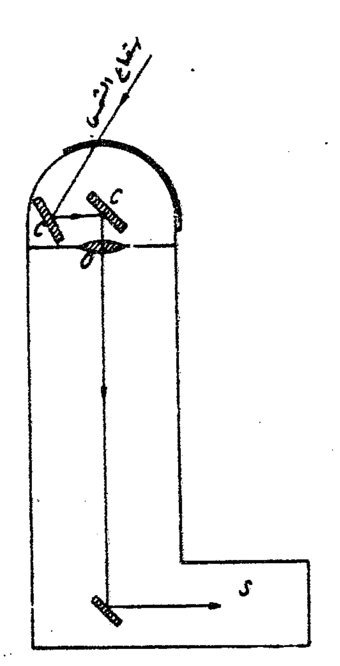


(١) مسارات الأشعة فى السليوستات .

تجهيز محطات جبلية لأرصاد الشمس تصل على سبيل المثال إلى إرتفاع بضع آلاف الكيلو مترات . أحد هذه المراصد الشمسية المعروفة هو المرصد المرتفع كلماكس التابع لجامعة كلورادو (الولايات المتحدة الأمريكية) فى جبل روكى والذى يوجد على إرتفاع ٣٤١٠ متر فوق منسوب مستوى سطح البحر . ويتسبب عدم إستقرار الهواء فى إضطراب أرصاد الشمس وخصوصا الحبيبات التى تغير من تركيبها بسرعة . وقد أمكن أخذ أرصاد رائعة للتحبب بواسطة البالونات . أما طيف الشمس فلا يمكن دراسته فى أجزاءه السينية إلا بواسطة المطاييف المحمولة فى صواريخ أو أقمار صناعية فوق الغلاف الجوى الأرضى ، لأن مثل هذا الإشعاع قصير الموجة لا يُنفذه الغلاف الجوى الأرضى.

أجهزة الأرصاد الشمسية : حتى يمكن التعرف على كثير من التفاصيل ودراستها بقدر الإمكان ، لابد من أخذ صور شمسية كبيرة . لهذا الغرض فإننا نحتاج إلى ⟵ مناظير طويلة البعد البؤرى ، حيث أن القطر ℓ (بالسم) للصورة المتكونة بعدسة يزداد مع بعدها البؤرى f (بالسم أيضا) ، وبالتحديد فإن : ℓ = ٠٫٠٠٩٣ × f . ومن بعد بؤرى قدره متر فأكثر نحصل على صورة للشمس تبدأ بقطر اسم . ويفضل أن تبنى المناظير طويلة البعد البؤرى ثابتة . ونفس الشئ بالنسبة لمناظير الأرصاد الشمسية . فى تلك المناظير يمر الشعاع الشمسى خلال نظام مناسب من المرايا المستوية تعمل على عكسه إلى المنظار المركب أفقيا . تعرف مثل هذه المجموعات من المرايا باسم **الهليوستات** أو **السيدروستات** . ولكل من الهليوستات أو السيدروستات مرآة واحدة . ومن هنا يظهر فيها عيب دوران صورة الشمس حول نقطة متوسطة أثناء متابعة المرآة لحركة الشمس اليومية الظاهرية . ويتم تدارك هذا العيب فى **السيليوستات** عن طريق مرآتين (الشكل) متواجهتين ، توازى المرآة الأولى محور دوران الأرض ، أى تدور على محور موازى لمحور القبة السماوية وبذلك يمكنها تتبع حركة الشمس . ومن هذه المآة ينعكس إشعاع الشمس إلى مرآة أخرى تعكسه بدورها فى المنظار .

ويتم حديثا بناء المناظير الشمسية الكبيرة **كمناظير برحيه (أبراج الشمس)** كما فى الشكل . وفى هذا المجال يتم تركيب منظار رأسى فوق برج مبنى أو مكون من صلبان حديدية . وفوق البرج توجد قبة سهلة الدوران وعليها فتحة يمكن قفلها ويوجد بها سيليوستات . تقوم السيليوستات بعكس أشعة الشمس فى شيئية مثبته أفقيا فوق البرج وتكون صورة للشمس أسفل البرج وتمر الأشعة خلال قناة البرج . ومن صورة الشمس أو من أجزاء منها يؤخذ الضوء إلى حجرات ، فى الغالب ، تحت الأرض يوجد بها مطيافات للدراسات الطيفية الدقيقة . أحد هذه الأبراج هو **برج أينشتين** التابع للمعهد المركزى للفيزياء الشمسية الأرضية والموجود فى مدينة



(٢) رسم تخطيطى لمنظار بُرجى ، وترمز فيه K إلى القبه و C إلى مرآة السليوستات و O إلى شيئية المنظار و S إلى أماكن الأجهزة المساعدة مثل المطيافات .

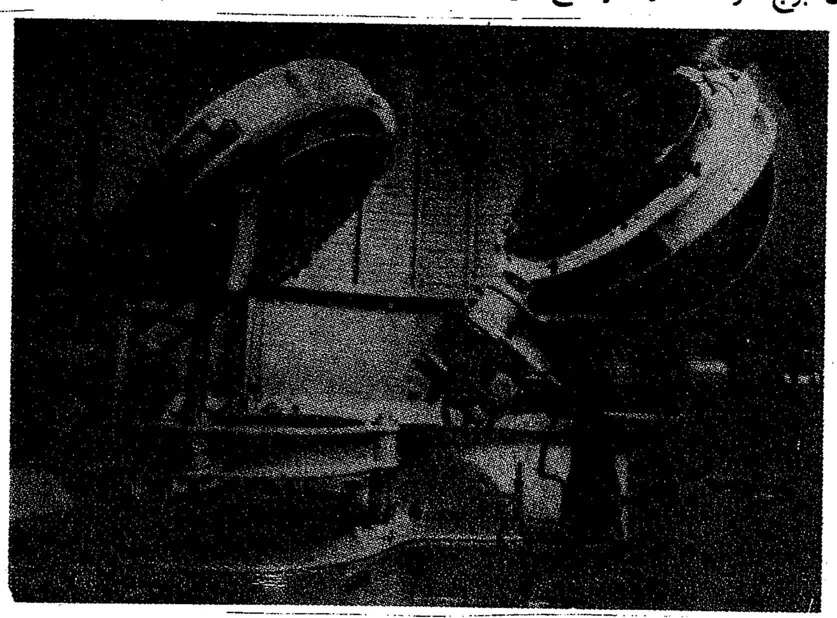


(١٨) (٣) برج آينشتين فى بلدة بوتسدام (المعهد المركزى لفيزياء العلاقات الشمس - أرضية).

بوتسدام بألمانيا الديمقراطية. ولهذا البرج مرآة سيليوستات قطرها ٨٥سم وشيئية بعدها البؤرى ١٤٫٥ م.

للتقليل من فاعلية عدم إستقرار الهواء، الذى ينشأ من تدفئه المبنى المجاور وخصوصا القبة. فقد أجريت تجارب على أبراج بدون قباب. على أن يتم حمل جهاز الرصد بواسطة مجموعة أنابيب ويتم كذلك حمايته من التقلبات الجوية، إلا أنه يظل مكشوفا فوق برج الرصد. وقد إتضح من هذه التجارب أن مثل هذا البناء يعمل على تحسين الأرصاد وخصوصا نوع الصورة.

الكورونوجراف عبارة عن جهاز يمكن بواسطته رصد الأجزاء الداخلية من الكورونا. إخترع هذا الجهاز الفلكى الفرنسى «ليو». وحتى وقت إدخال هذا الجهاز لم يكن من الممكن مشاهدة كورونا الشمس إلا أثناء الكسوف الكلى للشمس، وقت أن يغطى القمر قرص الشمس شديد اللمعان. وفى الكورونوجراف يتم عمل كسوف صناعى. وهذا

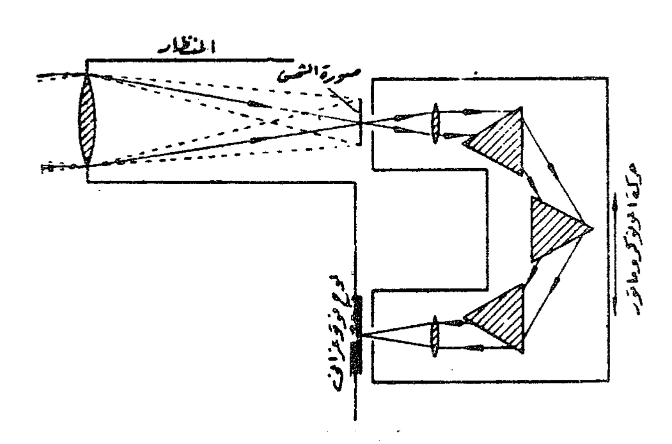


(٤) مرآه سليوستات برج آينشتين.

الجهاز عبارة عن منظار خاص فى تجهيزه ؛ شيئية عبارة عن عدسة لامعة خالية من الشوائب التى يمكن أن تتسبب فى تشتيت الضوء . تكون هذه العدسة صورة لقرص الشمس عند مستوى يوجد به حاجز دائرى يُخفى قرص الشمس ؛ أى أن الحاجز يقوم بعمل القمر وقت الكسوف الكلى للشمس . ولابد للحاجز أن يعكس أشعة الشمس الساقطة عليه حتى لايسخن كثيرا . من هنا فإن هذا الحاجز يصنع على شكل قمع لامع . ويحتوى الكورونوجراف علاوة على ذلك مجموعات ضوئية أخرى تهدف من ناحية إلى تلاشى ضوء التداخل عند حواف الشيئية ومن ناحية أخرى إلى تكوين صورة للمنطقة القريبة من قرص الشمس والتى لم تختفى تماما بواسطة الحاجز المخروطى وذلك فى مستوى خلفى . بعد ذلك يمكن فحص هذه الصورة بواسطة عينيه أو تصويرها . بهذه الطريقة يمكن مشاهدة الأجزاء الداخلية من كورونا الشمس وكذلك النتوءات الشمسية المرتفعة فوق السطح .

يستخدم **مصور الشمس الطيفى** فى أخذ الصور الطيفية للشمس . وهذه عبارة **عن صور مونوكروماتية ، أى فى ضوء نطاق موجى ضيق . تتكون أولا صورة للشمس فى المطياف الشمسى بواسطة شيئية منظار (الشكل) . خلف هذه الصورة توجد فتحة دخول المونوكروماتور الطولية ، التى يدخل منها فقط اشعة من جزء صغير** من صورة الشمس . يحتوى المونوكروماتور على عديد من المنشورات التى تعمل على تحليل الشعاع إلى طيف عريض جدا . ومن هذا الطيف وخلال فتحة خروج طولية يمر شعاع نطاق موجى ضيق ، بحيث تتكون صورة فى لون واحد على اللوح الفوتوغرافى للجزء من الشمس الموجود أما فتحة الدخول الطولية . واللوح الفوتوغرافى مرتبط بالمنظار . ويتحرك المونوكروماتور بحيث تمسح فتحته الطولية تباعا أجزاء صورة الشمس التى كونتها شيئية المنظار . فى أثناء ذلك تتعرض الأجزاء المناظرة على اللوح الفوتوغرافى بواسطة فتحة الخروج الطولية فتتكون بذلك تباعا صورة فى لون واحد لقرص الشمس . ويستغرق التقاط مثل هذه الصورة الطيفية بضع دقائق . أما إذا أُريد إلقاء نظرة سريعة ، فإنه يمكن بدلا من ذلك إستعمال **المرقب الطيفى** . الذى يعمل مثل مصور الشمس الطيفى ولكننا نستعيض عن اللوح الفوتوغرافى بالنظر المباشر خلال عينيه . فى هذه الحالة يتم مسح صورة الشمس فى تتابع تكفى سرعته لكى ترى العين بما لها من كفاءة فسيولوجية قرص الشمس . إخترع مصور الشمس الطيفى ، كل على حده الفرنسى « دى لاندرز » والأمريكى « هالى » فى شيكاغو الذى شيد أول مرقب لطيف الشمس . وفى الوقت الحديث يتم أخذ الصور المونوكرومانية للشمس بطريقة أسهل بواسطة منظار ومرشح تداخلى ، يُنفذ الضوء فقط لنطاق ضيق جدا من الأطوال الموجية .

فى حالة **مرقب النتوء الشمسى** يطبق مبدأ مماثل لحالة مصور الشمس الطيفى كى تظهر النتوءات الشمسية مرئية . ويمكن تخيل فتحة الدخول المستطيلة للمونوكروماتور مثبتة خلف مكان بجوار حافة صورة الشمس وفتحة الخروج المستطيلة موضوعة بحيث يدخل ضوء الموجى من الطيف لخط طيفى شديد فى عينية موجودة بالخلف . فى هذه العينية يمكن رؤية صورة النتوء لامعة . ويضىء النتوء وخصوصا فى ضوء هذه الموجات ، بينما ينتشر الضوء



(٥) رسم تخطيطى يوضح فكرة مصور الشمس الطيفى

المتشتت من قرص الشمس اثناء تحليل الضوء على كل الطيف ويعوق بشدته القوية رؤية التتوءات فى الأرصاد العادية .

ولتسجيل ما يوجد من مجالات مغناطيسية على الشمس تم تطوير **ماجنيتوجراف** (مصور المجال المغناطيسى) . ولتعيين المجال المغناطيسى تستغل ظاهرة زيمان . ويتم مسح قرص الشمس جزئياً ورسم المجالات المغناطيسية الموجودة فى منحنيات .

ولرصد ما يأتى من الشمس من ذبذبات راديوية تستخدم ← الأجهزة الفلكية الراديوية المختلفة .

يمكن إجراء أرصاد شمسية بسيطة بواسطة أدوات قليلة . وفى الأرصاد البصرية للشمس نحتاج إلى مناظير صغيرة . إلا أنه لا يجب النظر بالعين بدون واق إلى صورة الشمس فى المنظار ، لأن ذلك يمكن أن يؤدى إلى إصابات شديدة للعين . وحتى نقلل من شدة الأشعة الخارجة من المنظار يمكننا الإستعانة بوسائل مختلفة ؛ فيمكن إخفاء أجزاء من الششئية عن طريق وضع ساتر حلقى أمامها ، وإن كان نوع الصورة يتأثر بتصغير قرص الشيئية . كما يمكن أيضا إستعمال مرشحات زجاجية سوداء تسمح بمرور جزء من ضوء الشمس . وتوضع هذه المرشحات فى الغالب خلف العينية . وفى هذا الشأن هناك خطر إنفجار هذه المرشحات نتيجة تسخينها الشديد عن طريق إمتصاص الأشعة . وأحسن وسيلة للأرصاد الشمسية المباشرة هو **المرقب الشمسى** . يتكون هذا المرقب على سبيل المثال فى حالة منشور كولتزى من منشور وقرص زجاجيين ، يسمحان بإنعكاس جزء بسيط مما تجمعه شيئية المنظار فى العينية بينما يمر الجزء الأكبر من الضوء خلال المنشور والقرص الزجاجى وقد فقد كثيرا من سخونته . وفى مرقبات شمسية أخرى يتم إضعاف الضوء بواسطة أجهزة إستقطاب .

أما إذا لم تتواجد مثل هذه الأجهزة فيتم تكوين صورة للشمس عن طريق الإسقاط . ولهذا ميزة كون الصورة المسقطة يمكن فحصها بواسطة كثير من الأشخاص فى نفس الوقت . ولإسقاط صورة الشمس يتم إبعاد العينية لبضعة سنتيمترات عن الشيئية . وبذلك يمكن إستقبال صورة كبيرة للشمس على ورقة بيضاء . ويستحسن أن يثبت حامل الورقة فى جسم المنظار . ولإخفاء ضوء الشمس المباشر تنشر مظلة فوق المنظار . يمكن على مثل هذه الصورة مشاهدة كل من الكلف الشمسى والمشاعل الشمسية . (لا تصلح المناظير المنشورية لمثل هذا الإسقاط) ويراعى عدم إستعمال عينيات ملحومة (← المنظار) ، إذ يمكن أن يسخن اللحام لدرجة الإنصهار ، كما يمكن أيضا حدوث فجوات فى العدسات . إن أسهل طريقة لإسقاط الشمس يمكن أن تتم حتى بدون منظار بالمرة ، وذلك تبعا لمبدأ الكاميرا الخاوية . فى ذلك تتكون «الشيئية» من فتحة بقطر بضع مليمترات يتم ثقبها على سبيل المثال فى كرتونة بواسطة دبوس . وعلى بُعد بضع مترات فى حجرة مظلمة يمكن على ستارة بيضاء مشاهدة صورة للشمس يزداد كبرها كلما بعدت الستارة البيضاء عن الثقب . وهذه الطريقة مسلية وقد استخدمها الفلكيون فى العصور الوسطى ، كما أستخدمت أيضا لرصد الكلف والكسوف الشمسيين .

الأرض

earth
terre *(sf)*
Erde *(sf)*

كوكب يرمز له بالرمز ♁ . وهى ككل الكواكب الأخرى تتحرك حول الشمس فى مدار بيضاوى بحيث تمسك بها جاذبية الشمس . علاوة على ذلك فإن الأرض تدور حول محورها . وجسم الأرض محاط ← بالغلاف الجوى الأرضى . ووجود هذا الغلاف الجوى وإستقبال الأرض للدفء والضوء من الشمس هما اللذان مكنا من الحياة على الأرض .



(١) صورة للأرض إلتقطتها مركبة الفضاء السوفيتية زوند ـ ٧ من على إرتفاع ٧٠٠٠٠ كم بتاريخ ٨ / ٨ / ١٩٦٩ ويُرى في الصورة وتحت وسطها بقليل شبه الجزيرة العربية والخليج العربي والبحر الأحمر والجزء الشرقي من البحر المتوسط وكذلك نهر ودلتا النيل .

حركات الأرض : من أهم الحركات الكثيرة والمعقدة للأرض في الفضاء حركتها في مدارها حول الشمس وكذلك دورانها حول محورها . وتدور الأرض مع حركة الشمس بالنسبة للنجوم المجاورة لها وكذلك حول سكة التبانه مع كل المجموعة الشمسية .

وتتحرك الأرض في مدارها حول الشمس ، في إتجاه عكس عقرب الساعة وذلك إذا نظرنا إليها من قطب الأرض الشمالي . ويبلغ زمن الدورة حوالي ٣٦٥ يوما ويُرمز له بالسنه . ومدار الأرض عبارة عن قطع ناقص تقع الشمس في إحدى بؤرتيه . وتبلغ اللامركزية العددية لمدار الأرض ، أي البعد بين البؤره ومركز المدار مقسوما على طول نصف القطر الأكبر ، حوالي ٠٫٠١٦٧ وبذلك فإن المدار لا يختلف كثيرا عن الدائرة . ومتوسط المسافة بين الشمس والأرض حوالي ١٤٩ مليون كم . وتعرف هذه المسافة بالوحدة الفلكية A U وتستعمل كوحده لقياس المسافات في المجموعة الشمسية . في بداية يناير تكون الأرض في أقرب مواقعها بالنسبة للشمس ، أي في الحضيض . وفي هذا الوقت تبلغ المسافة بين الشمس والأرض ١٤٧٫١ مليون كم . أما في بداية يوليو فتتواجد الأرض في الأوج أي في أبعد نقطة في المدار عن الشمس . وفي هذه الحالة تكون الأرض على بعد حوالي ١٥٢٫١ مليون كم من الشمس . وسرعة الأرض في مدارها أكبر ما تكون وقت الحضيض ـ حسب قانون «كبلر» الثاني ـ وهي في الأوج أقل ما تكون . وفي المتوسط فإن سرعة الأرض في مدارها تبلغ ٢٩٫٨ كم/ث . وتسمى الدائره الكبرى التي يتقاطع فيها مستوى المدار مع الكره

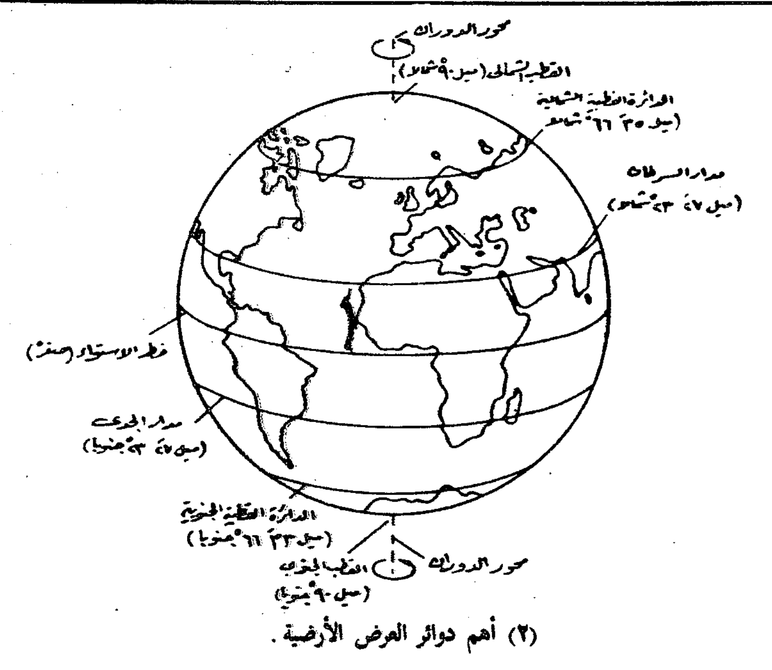
السماوية بالبروج . ويسمى مستوى اداىرض بمستوى البروج . وبسبب حركة الأرض والقمر حول مركز ثقلهما المشترك والموجود فى جسم الكرة الأرضية فإن مركز الأرض يتأرجح فى مدة شهر بمقدار بسيط حول مستوى البروج . وبدقة أكثر فإن الذى يبقى فى مستوى البروج هو مركز ثقل مجموعة الأرض والقمر .

فى أثناء حركة الأرض فى مدارها فإنها تدور أيضا حول محورها . يشارك فى ذلك أيضا الأجزاء الداخلية من الغلاف الجوى الأرضى . يحدث الدوران من الغرب إلى الشرق أى فى نفس إتجاه حركة الأرض فى مدارها حول الشمس . وبالقياس على عودة عبور علوى لنجم ثابت فإن الأرض تدور حول نفسها مرة فى ٢٣ ساعة ، ٥٦ دقيقة ، ٤ ثوان أو كل ٢٤ ساعة مقاسة على عودة عبور الشمس المتوسطة . تسمى مدة الدورة يوما وتستعمل كوحدة لقياس الزمن . وحسب القياسات الحديثة فإن دوران الأرض حول محورها ليس منتظما وعليه فإن طول اليوم يتغير تغيرا طفيفا (← الزمن) .

ويحدد وضع محور الدوران نظام الإحداثيات الذى توصف تبعا له النقط على سطح الكرة الأرضية من خلال ← العرض الجغرافى و ← الطول الجغرافى . يتقابل محور الدوران مع سطح الأرض عند القطبين (العرض الجغرافى + ٩٠°) . والمستوى العمودى على محور الدوران والمار بمنتصف الأرض والمسمى بمستوى الإستواء يقطع سطح الكرة الأرضية فى خط الإستواء (العرض الجغرافى صفر) كما يقطع الكرة السماوية فى خط الإستواء السماوى . ولما كان محور الدوران غير عمودى على مستوى دائرة البروج فإن مستوى الاستواء يميل على مستوى البروج . ويبلغ هذا الميل ٢٧ ٢٣° ويسمى بميل البروج . ويعتبر كلا المستويين مستوى أساسى فى أحدى نظم الأحداثيات الفلكية . من الممكن تصور الكرة الأرضية الدائرة وكأنها مغزلا دائر محور دورانه غير ثابت فى الفضاء . وبنظرة دقيقة نجد أن المحور يغير وضعه بصورة معقدة فى المغزل أى فى الأرض ومن هنا ينشأ كل من ← الترنح و ← السبق وتغيير ← إرتفاع القطب

ويتسبب دوران الأرض فى مدارها ودورانها حول نفسها فى حدوث كل من الحركتين الظاهرتين السنوية واليومية على التوالى للأجرام السماوية . وعلى وجه الخصوص فإنه ينتج عن الدوران الحركة اليومية الظاهرية للشمس وما يصحبها من ليل ونهار . وكذلك تأتى حركة الشمس السنوية الظاهرية على البروج من حركة الأرض فى مدارها حول الشمس . كما يرجع إختلاف الفصول وإختلاف أطوال كل من الليل والنهار إلى ميل دائرة البروج .

تعبر الشمس فى بداية الربيع ، الحادى والعشرون من مارس ، فى حركتها الظاهرية خط الاستواء السماوى من الجنوب إلى الشمال . وفى هذا اليوم يتساوى طول كل من الليل والنهار فى جميع النقط على الكرة الأرضية . وفى الشهور الثلاثة التالية تطول فترة النهار مع زيادة ميل الشمس وتقصر فترة الليل فى نصف الكرة الشمالى ؛ وفى الحادى والعشرون من يونيو تعبر الشمس خط الزوال عند سمت الرأس فى الأماكن ذات العرض الجغرافى ٢٧َ ٢٣° شمالا أى عند مدار السرطان . ويكون عند سكان نصف الكرة الشمالى أطول نهار وأقصر ليل وفى الأماكن التى يزيد عرضها الجغرافى عن ٢٣َ ٦٦° لا تغرب الشمس . تسمى الدائرة التى تحد هذه الأماكن بالدائرة القطبية الشمالية . وعلى نصف الكرة الجنوبى يقصر النهار ويطول الليل فى هذا الربع من السنة وتزداد مساحة المنطقة التى يكون فيها ليل دائم بالتدريج . وفى ٢١ يونيو يسود المنطقة القطبية الجنوبية حتى العرض الجغرافى الجنوبى ٣٣َ ٦٦° ليل دائم . ومن ٢١ يونيو . وقت الانقلاب الشمس وحتى ٢٣ سبتمبر تقترب الشمس فى مدارها الظاهرى من خط الإستواء حتى يتساوى طول الليل والنهار ثانية فى جميع مناطق الأرض يوم ٢٣ سبتمبر . ومن هذا الوقت يبدأ ميل الشمس فى الزيادة جنوبا وتعبر فى ٢١ ديسمبر وقت الظهر عند سمت رأس الأماكن التى تقع على العرض



(٢) أهم دوائر العرض الأرضية.

الجغرافى ٢٧َ ٢٣ْ جنوبا، أى الواقعة على مدار الجدى ويكون فى هذا الوقت الليل القطبى فى نصف الكرة الشمالى قد إنحدر من القطب الشمالى حتى الدائرة القطبية الشمالية ويكون فى نصف الكرة الجنوبى النهار الدائم قد إنحدر من القطب الجنوبى حتى الدائرة القطبية الجنوبية. ومن ٢١ ديسمبر، فترة الشتاء، تقترب الشمس ثانية من خط الإستواء حتى الحادى والعشرين من مارس، يوم الاعتدال الربيعى، وعلى مدار السنة فإن طول الليل والنهار متساويا على خط الإستواء (لما كانت الأماكن مختلفة الطول الجغرافى تبدأ نهارها أو ليلها فى أوقات مختلفة عن بعضها البعض فإنه يمكن أن يختلف تاريخ تساوى الليل والنهار بمقدار يوم).

تسمى المنطقة الواقعة بين مدارى الجدى والسرطان بالمنطقة الإستوائية والمنطقتين بين دائرتى الانقلابين والدائرة القطبية بمنطقتى الإعتدالين، كما تسمى المنطقتين بين كل من القطبين ودائرته القطبية بالمنطقة القطبية.

جسم الأرض: يحيد شكل الأرض عن الهيكل الكروى حتى بصرف النظر عن الإرتفاعات المحلية المختلفة؛ والأرض مفلطحة عند قطبيها اكس من ذلك منتفخة عند خط الإستواء حيث أكبر قوى طرد مركزية. لهذا لابد من إستعمال أجسام مفلطحة لتمثيل شكل الأرض عند وضع أسس نظام القياسات الأرضية. وأحد هذه الأشكال هو مجسم الأرض الذى يتحدد بالقشرة التى تتساوى عندها قوى الجاذبية على إرتفاع سطح البحر تقريبا. وقوة الجذب عمودية على مجسم الأرض. وبتقريب جيد يمكن إستبدال مجسم الأرض بمجسم الدوران الناقص. وتم حسب الاتفاق تحديد مجسم الأرض الدولى الذى نورد فيما يلى بعض مقاييسه. القيمتان الحقيقيتان لنضفى القطر عند خط الإستواء وعند القطب هما ٦٣٧٨٫١٦٣، ٦٣٥٦٫٧٧٧كم أى تختلفان قليلا. ويمكن تحديدهما بدقة جدا عن طريق الأقمار الصناعية. وقد إتضح من ذلك أن شكل الأرض أقرب ما يكون إلى الكمثرى. ويقرب قطب الأرض الجنوبى إلى مستوى خط الإستواء بحوالى ٣٠ م عن قطب الأرض الشمالى. وهناك تغيير دورى يحدث فى شكل الأرض نتيجة ⟵ المد والجذر.

يمكن تعيين كتلة الأرض بمساعدة قانون «كبلر»

الثالث وذلك من حركة القمر . ونحصل من ذلك بالتحديد على حاصل ضرب كتلة الأرض وثابت الجاذبية . فإذا ما تمكننا بطريقة عملية من تحديد هذا الثابت لأمكننا بالتالى حساب كتلة الأرض . تتسبب كتلة الأرض عن طريق جذب الكتلة فى قوة التثاقل (← الجاذبية) . وتدل حيودات قوة التثاقل عن المتوسط العادى . أو شذوذ التثاقل . على عدم التماثل فى توزيع الكتلة . ويمكن عن طريق الأقمار الصناعية إكتشاف شذوذ التثاقل بين المسافات البعيدة .

المجسم الدولى للأرض

- نصف القطر الاستوائى = ٦٣٧٨ ٣٨٨ كم
- نصف القطر القطبى = ٦٣٥٦ ٩١٢ كم
- الفلطحة = ١ / ٢٩٧
- مساحة الأرض = ٥١٠١٠٠٩٣٣ كم^{٢}
- الحجم = ١٠٨٣٣٢ ×١٠^{١٢} كم^{٣}
- نصف قطر كرة لها نفس الحجم = ٦٣٧١.٢٢١٢٦٦ كم

النظام المساحى الدولى

- نصف القطر الإستوائى a =٦٣٧٨.١٦٣ كم
- نصف القطر القطبى b = ٦٣٥٦ ٧٧٧ كم
- الفلطحة $\frac{a-b}{a}$ = ١ / ٢٩٨.٢٤

كتلة الأرض ٥.٩٧٥×١٠^{٢٤} كم

الكثافة المتوسطة ٥.٥٢ جم / سم^{٣}

عجلة الجاذبية عند خط الاستواء ٩٨٠٦ سم / ث^{٢}

سرعة الدوران عند خط الاستواء ٤٦٥ م / ث

من كتلة الأرض وحجمها تنتج الكثافة المتوسطة ، وهذه ضعف مثيلاتها لقشرة الأرض الخارجية والتى تم دراستها بعناية . من هنا نستنتج أن داخل الأرض له كثافة عالية .

وعن تركيب داخل الأرض فإننا نعرف القليل حتى الآن ولا يمكننا إلا فحص جزء ضئيل جدا (حتى $\frac{١}{١٠٠٠}$ من نصف قطر الأرض) . اكتسب علم الطبيعية الأرضية مفاتيحه الهامة عن التركيب الداخلى للأرض من تحليل إنتشار موجات الزلازل . وأتضح من ذلك أن الأرض مكونة من قشور مركزية تقفز الكثافة عند حدودها فى الإرتفاع (الجدول) . كذلك فإن حالة المادة وتركيبها يمكن أن يتغير وبصوره غير متصلة عند حدود القشرة . وبصورة إرتجالية فإنه يمكننا التمييز بين قشرة الأرض الخارجية . أى المعطف . والنواه . ولا توجد حتى الآن إيضاحات حول تركيب كل قشرة وإنما توجد نظريات عديده تتعارض مع بعضها جزئيا . لذلك فإننا ننوه ببعض وجهات النظر . إن أكثر معلوماتنا عن **القشرة الخارجية للأرض** . فى هذه القشرة تدور الأحداث التى يهتم بدراستها علم الجيولوجيا مثل تكوين الجبال . وقد دُرس كثيرا تركيب الطبقات العليا من القشرة الخارجية . وتتمثل صعوبة تحديد تركيبٍ متوسط فى أن العناصر الكيماوية المختلفة ليست متماثلة التوزيع ولكنها فى أماكن أكثر شيوعا منها فى أماكن أخرى والتركيب الكيماوى أقرب إلى النيزك الحجرى (← شيوع العناصر) . وتتطابق جيدا العناصر الثقيلة فى شيوعها مع المتوسط الكونى . وبالمقارنة بالتوزيع الكونى نجد أن أخف العناصر نادرة جدا فى قشرة الأرض الخارجية . إذ أنها تطايرت فى أثناء تجمد مادة الأرض . وتتكون أعلى طبقات القشرة الخارجية للأرض غالبا من مثيلات الجرانيت ولذلك فهى تسمى بقشرة الجرانيت وأيضا يطلق عليها إسم سيال نظرا لشيوع مركبات السيليزيوم والألومونيوم فيها . وتحت قشرة الجرانيت توجد قشرة البازالت ويطلق عليها وعلى ما تحتها من طبقات المعطف لفظ سيما وذلك لشيوع مركبات السيليزيوم والمغنسيوم .

طبقات الأرض

	القشرة الخارجية	المعطف	النواه	النواه الداخلية
السمك (كم)	٣٣	٢٨٧٠	٢١٠٠	١٣٧٠
حدى العمق (كم)	صفر – ٣٣	٣٣ – ٢٩٠٠	٢٩٠٠ – ٥٠٠	٥٠٠٠ – ٦٧٣٠
النسبه (٪) إلى الحجم الكلى	١ر٥	٨٢ر٣	١٥ر٢	١
النسبة (٪) إلى الوزن الكلى	٠ر٨	٦٧ر٨	٢٤ر٤	٣
الكثافة (جم / سم^{٣})	٢ر٦ – ٣ر٠	٣ر٣ – ٥ر٧	٩ر٤ – ١١ر٥	١٦ر٨ – ١٧ر٢
درجة الحرارة (°م)*	١٥ – ٤٥٠	٢٠٠٠	٣٠٠٠	٣٥٠٠

(*) غير مؤكد .

والمعطف مثل القشرة الخارجية لجسم الأرض فى حالة صلبة . ومن المحتمل وجود طبقية فى خصائص مادة المعطف مع العمر أما النواة ، وتفرق بينها وبين النواة الداخلية كثير من النظريات ، فمن المحتمل أن يكون الإثنان فى حالة سائلة ، إذ لا تنتشر فيها الموجات فى الإتجاه العمودى على إتجاه مرورها الأصلى . ويحتمل أن يختلف المعطف مع النواة فى خواص مادتيهما فقط ، وبدرجة أقل فى تركيب المادة . وعلى خلاف ذلك تتمسك بعض النظريات بأن للثقل بصورة أكثر ، غالبا حديد (Fe) ونيكل (Ni) ، وعليه فيطلق عليها نواة النيفى . وترى بعض النظريات الحديثة أن كل داخل الأرض متماثل التكوين تماماً ، ويجب أن يكون تكوينه فى الغالب من مادة الأوليفين ويحتمل زيادة محتوى الحديد قليلا بزيادة العمق . ترجع التغييرات الفجائية عند حدود القشرات إلى تغيرات فى خواص المادة مع زيادة الضغط ، وعلى سبيل المثال يلزم أن تنضغط هالة الاليكترونات فى الذرات عند حدود نواة الأرض بحيث ترتفع الكثافة بالصورة الفجائية .

وما نعلمه أيضا قليل جدا عن التوزيع الطبقى لدرجة الحرارة . وقد أعطت حسابات نماذج مختلفة درجات حرارة مختلفة تماما لمركز الأرض بضع ١٠^{٣} إلى ١٠^{٤} درجة) . وعلى أى حال فإن داخل الأرض أدفأ بكثير من قشرتها الخارجية . وقد أُعتقد بدوام سريان تيار دافىء من داخل الأرض إلى خارجها . وعلى ذلك فلابد أن تبرد الأرض تدريجيا . ومن المحتمل تحرر كميات كبيرة من الحرارة كنتيجة لتحلل الذرات المشعة فى داخل الأرض . وتؤثر التدفئة بواسطة إشعاع الشمس فقط فى أعلى طبقات الأرض . وبالنسبة للحياة على الأرض فإن إشعاع الشمس وتأثير ← الغلاف الجوى الأرضى يلعبان دورا حاسما فى الميزان الحرارى .

المغناطيسية الأرضية :

للأرض مجال مغناطيسى تقدر شدته بحوالى ٥ر٠ جاوس ويستدل عليه بإنحراف إبرة مغناطيسية حرة الحركة فى إتجاه معين وكذلك بتأثير القطب على قيمة العرض الجغرافى . اولا ينطبق القطبين المغناطيسيين للأرض مع قطبى دورانها ، ولذا فإن الابرة المغناطيسية لا تشير تماما إلى

الشمال الجغرافى ، يسمى الإختلاف بالخطأ أو الإنحراف . كذلك لاتأخذ الإبرة للغناطيسية الإتجاه الأفقى تماما بل تميل عليه بزاوية تصل ٩٠ عند قُطبى الأرض للغناطيسيان ، وهنا تتعامد خطوط المجال على سطح الأرض . إن الجزء الأكبر من المجال المغناطيسى الأرضى ، أى المجال الأساسى ، مكانه باطن الأرض . وهذا الجزء بطىء التغيير جدا ، ويُفسر ذلك بوجود تيارات كهربائية فى باطن الأرض . أما أسباب وجود المجال الأساسى فغير معروفة . والجزء الثانى مجال ضعيف ينتج من التيارات الكهربائية فى الأيونوسفير ، إحدى طبقات الغلاف الجوى الأرضى . ويعترى هذه المركبة كما يعترى الأيونوسفير نفسه تأرجحات شديدة ينتج عنها اضطرابات المجال المغناطيسى الأرضى ، وتسمى لضطرابات الكبيرة على وجه الخصوص بالعواصف للغناطيسية الأرضية . وتحدث الاضطرابات نتيجة للتأثير المتبادل لما يأتى من الشمس من جزيئات ذات شحنة مع الأيونوسفير ولهذا فإن هذه الاضطرابات تنتمى إلى ← الظواهر الشمسية الأرضية . ومن خلال اقتناص المجال المغناطيسى الأرضى للجسيمات المشحونة تنشأ ← الأحزمة الاشعاعية التى تكون جزءا من طبقة ← الماجنيتوسفير المحيطة بالأرض .

تلتف الأرض بسحابة من الغبار كثافتها تزيد بوضوح عن الكثافة العادية للغبار البين كوكبى . ومن الممكن أن تكون جزيئات الغبار مشحونة وتم إقتناصها بواسطة المجال المغناطيسى الأرضى مثل الإليكترونيات والأيونات فى الماجنيتوسفير .

تم تحديد عمر الأرض من دراسة العناصر المشعة ونتائج تحليلها فى قشرة الأرض الخارجية بحوالى ٣ بليون سنة (← تحديد العمر) ، هذا فى حين أن أكبر عمر بالتأكيد ليس أكبر بكثير عن ٥ بليون سنة وهو بالتقريب عمر الشمس .

ولنشأة الأرض تأتى نفس العمليات مثلما فى نشأة الكواكب الأخرى (← الكسموجونى) .

أرض القمر

Terra

إحدى تضاريس سطح ← القمر .

الأرميله

Armile *(A)*
armillary sphere
sphère armillaire *(sf)*
Armillarsphäre *(sf)*

من ← الأجهزة الفلكية القديمة .

الأرنب

Lepus, Lep *(L)*
hare
lièvre *(sm)*
Hase *(sm)*

إحدى كوكبات نصف الكرة الجنوبى وترى فى ليالى الشتاء .

الآره

Ara, Ara *(L)*
altar
autel *(sm)*
Altar *(sm)*

← المذبح

آريل

Ariel

← قمر من أقمار يورانوس

الإزاحة البنفسجية

violet shift
déplacemént vers le violet *(sm)*
Violettenvershiebung *(sf)*

هى إزاحة الخط الطيفى ناحية الموجات القصار فى النطاق البصرى من الطيف أى، ناحية النطاق البنفسجى ؛ وينشأ ذلك بفعل ← ظاهرة دوبلر .

الازاحة الحمراء

red shift
déplacement vers le rouge *(sm)*
Rotverschiebung *(sf)*

هى إزاحة خطوط الإمتصاص والانبعاث فى طيف الأجرام السماوية وذلك فى إتجاه الموجات

الطويلة ، أى النطاق الأحمر من الطيف . تحدث الازاحة الحمراء نتيجة ← ظاهرة دوبلر ، عندما يبتعد النجم كله عن الأرض أو عندما ينكمش ، أى تبتعد أجزاء النجم الموجودة فى الغلاف عن المشاهد . ومن قيمة الإزاحة يمكن إستنتاج سرعة الحركة . يرجع ما تأكد وجوده من إزاحة حمراء فى طيف المجموعات النجومية الخارجية (← ظاهرة هبل) إلى التمدد العام للكون (← كسمولوجى) . فبسبب هذا التمدد تبتعد المجموعات النجومية عن المشاهد وبسرعات تزداد كلما زاد بعد المجموعة . وعلى اساس ظاهرة دوبلر فإن حركة الابتعاد هذه تظهر على شكل إزاحة حمراء .

علاوة على ذلك يوجد ما يسمى **بالإزاحة الحمراء النسبية** . فلما كانت نظرية آينشتين النسبية تقضى بتكافؤ كل من الكتلة والطاقة فإن الإشعاع الذى يغادر النجم يبذل شغلا حتى يتغلب على قوة جذب النجم . ويتسبب فقد الطاقة الملازم لذلك فى حدوث إزاحة حمراء ، إذ أنه كلما نقصت طاقة الطيف إزدادت طول موجته . ويبدو إحتمال مشاهدة هذه الظاهرة ممكنا فقط فى حالة الأقزام البيضاء ، لأن لها كتلا كبيرة أقطارا صغيرة وعليه فقوة جذبها كبيرة لكن الخطوط الطيفية لهذه النجوم متسعة بسبب الضغط العالى فى أغلفتها ، وذلك بدرجة تجعل القياسات صعبة للغاية .

من هنا أيضا لاتوجد تأكيدات واضحة عن طريق الأرصاد على صحة الإزاحة النسبية . ومن المحتمل أن تكون الإزاحة الحمراء فى أطياف ← المنابع الراديوية الشبيهة بالنجوم ممكنة التعليل على أنها إزاحة نسبية حمراء ، وإن كان هناك أيضا إحتمالين آخرين لذلك .

الإزاحة الخطية

line displacement
décalage de raies *(sm)*
Linienverschiebung *(sf)*

هى التغير الموجى للخطوط الطيفية ؛ الطيف ، ← ظاهرة دوبلر .

الأزار

Mizar *(A)*

← المئزر .

اسبوع

week
semaine *(sf)*
Woche *(sf)*

← التقويم .

إستئناف الاتحاد

recombination
recombination *(sf)*
Rekombination *(sf)*

هو ← إعادة الأتحاد .

الأستبعاد

extinction
extinction *(sf)*
Extinktion *(sf)*

هو إضعاف شدة الضوء بواسطة أى من التشتت أو التداخل أثناء مروره خلال المادة . ونعنى بالإستبعاد فى الفلك غالبا ما يحدث فى **جو الأرض** ، أى الإضعاف الذى يحدث لضوء النجم أثناء مرور الشعاع فى غلاف الأرض الجوى . يحدث الأستبعاد فى كل النطاق البصرى فى الغالب بواسطة التشتت على الجزئيات والجسيمات الصغيرة لهواء ويبلغ قطر جسيمات التراب ٠,٠٠١ مم أو أقل وهى موجودة بكثرة فى الطبقات السفلى من غلاف الأرض الجوى وتعمل كطبقة معتمة ذات حدود عليا واضحة التحديد يتأرجح إرتفاعها من ١٠٠ م إلى بضع كيلو مترات على حسب حالة الطقس . ونكون قد تجاوزنا هذه الطبقة إذا صعدنا فوق الجبال العالية . ويقاس الإستبعاد بالقدر (m) ، ولا بد من أخذ قيمته فى الإعتبار فى جميع قياسات اللمعان . والأستبعاد سريع التغير ع الدورة . وتؤثر على وجه الخصوص التغيرات قصيرة الزمن بدرجة كبيرة على قياسات اللمعان . وتعتمد قيمة الاستبعاد على طول الطريق الذى يقطعه الضوء فى الغلاف الجوى . ولهذا يظهر النجم أكثر خفوتا كلما قارب الأفق أى كلما زاد بعده السمتى z . وغالبا ماتُنسب قياسات اللمعان إلى

إختلاف الإستبعاد البصرى بالنسبه للأرصاد فى سمت الرأس

البعد السمتى	فرق اللمعان (بالقدر)	البعد السمتى	فرق اللمعان (بالقدر)
٥٠	صفر	٥٠°	٠٫١٢
١٠	صفر	٦٠	٠٫٢٣
٢٠	٠٫٠١	٧٠	٠٫٤٥
٣٠	٠٫٠٣	٨٠	٠٫٩٩
٤٠	٠٫٠٦	٨٥	١٫٧٧

البعد السمتى صفر . ولهذا الغرض يصلح الجدول المرفق فى النطاق الطيفى البصرى . أما فى السمت نفسه فيبلغ الإستبعاد حوالى ٠٫٢٥ قدرا (ق) ، لكن هذه القيمة تأرجح كثيرا . وتختلف قيمة الإستبعاد بإختلاف طول موجات الإشعاع فتزداد قيمته كلما صغرت أطوال الموجات . وفى النطاق الفوتوغراف تبلغ قيمة الإستبعاد حوالى ضعف ما هى عليه فى النطاق البصرى . ويحدث **إستبعاد ما بين النجوم** بفعل ← غُبار ما بين النجوم . .

الإستبعاد الإنتخابى

selective extenction
extinction sélective *(sf)*
selektive Extinktion *(sf)*

هو الإضفاف المعتمد على طول الموجة فى ضوء النجوم بواسطة ← غبار ما بين النجوم .

إستتار النجوم

occultation of stars
occultation des étoiles *(sf)*
Sternbedeckung *(sf)*

هو إختفاء نجم ثابت خلف القمر عندما يكون الأخير . فى خط البصر بين المشاهد والنجم ، ويحدث إستتار النجوم كثيرا أيضا للنجوم اللامعة وذلك بسبب حركة القمر السريعة نسبيا . وحسب ميل مدار القمر على دائرة البروج فإن النجوم التى تتواجد فى حدود ٥° من هذه الدائرة يمكن أن يحدث لها إستتار . وفى أرصاد الإستتار يتم تسجيل الزمن الذى يختفى فيه النجم خلف حافة القمر أو يظهر ثانية خلفها . تحدث هذه العملية فجأة لأن النجوم الثوابت ذات أشكال نقطيه من جهة ومن جهة أخرى فليس للقمر غلاف جوى يذكر ، يعمل على نقص تدريجى أو زيادة تدريجية فى لمعان النجم . وبمعونة أجهزة إليكترونية حديثة يمكن التتبع الزمنى للنقص السريع جدا فى لمعان النجوم القرْبية ذات الأقطار الكبيرة نسبيا ، وذلك لدرجة تمكننا تحت أية ظروف من إستنتاج القطر الزاوى للنجم ، وبمعرفة بعده يمكن حساب قطره الخطى . يبدو إختفاء النجم بسرعة فى الأرصاد البصرية خلف قرص القمر الداكن مفاجئا . وتمثل الأرصاد الدقيقة لإستتار النجوم خلف قرص القمر (ولو بالأجهزة الصغيرة) أحسن وسيلة لتحديد حركة القمر . ومن هنا فان هذه الأحداث يجرى حسابها مسبقا وتحتويها الحوليات الفلكية .

الأستحكامات القمرية

walled plains
criques lunaires *(pf)*
Wallebenen *(pf)*

من تضاريس سطح ← القمر

إستراتوسفير

stratosphere
stratosphère *(sf)*
Stratosphäre *(sf)*

إحدى طبقات ←—— الغلاف الجوى الأرضى .

أستروب

Astrope *(L)*

نجم فى حشد ←—— الثريا .

أستروبيولوجى

astrobiology
astrobiologie *(sf)*
Astrobiologie *(sf)*

←—— علم الأحياء الكونى .

أستروجراف

astrograph, photographic telescope, astrographic comera
astrographe *(sm)*
Astrograph *(sm)*, **Astrokamera** *(sf)*
photographisches Fernrohr *(sn)*

←—— منظار كاسر فوتوغرافى

أستروجراف قياسى

normalastrograph
astrographe nornual *(sm)*
Normalaslrograph *(sm)*

←—— منظار كاسر

أسترولاب

Astrolabium *(L)*
astrolabe
astrolabe *(sm)*
Astrolabe *(sn)*

من ←—— الأجهزة الفلكية القديمة . كذلك فهى تسمية مختصرة للاسترولاب المنشورى وهو عبارة عن أحد ←—— الآت القياس الزاوية

أسترولاب منشورى

prismatic astrolabe
asrrolabe à prisme *(sm)*
Prismenastrolabium *(sn)*

أحد ←—— الآت القياس الزاوية

الأسترومترى

astrometry
astrométrie *(sf)*
Astrometrie *(sf)*

هى ←—— القياسات الفلكية .

الإستطالة

elongation
élongation *sf)*
Elongation *(sf)*

هى فرق الطول البروجى بين جرم سماوى والشمس ، أى عبارة عن الزاوية المقاسة على دائرة البروج بين مركز الشمس إلى الدائرة الكبرى العمودية على دائرة البروج والتى تمر بالجرم السماوى . وإذا ما تواجد الجرم السماوى على دائرة البروج فإن إستطالته تصبح تبعا لذلك الزاوية المحصورة بين كل من الخط الواصل من المشاهد إلى الشمس والخط الواصل من المشاهد إلى الجرم السماوى . فى حين أن الكواكب الخارجية يمكن أن تأخذ أى إستطالة من صفر حتى ٣٦٠° فإن للكواكب الداخلية قيمة إستطالة قصوى غربا وشرقا . وهذه فى حالة عطارد ٢٧° ، وفى حالة الزهره ٤٧° . وهناك رموزا مخصوصه للإستطالة فى ←—— الأوضاع النسبية للكواكب بالنسبة للشمس والأرض .

الإستقبال

opposition
opposition *(sf)*
Opposition *(sf)*

احدى ←—— اوضاع الشمس بالنسبة للكوكب فى مدارة .

الإستقطاب

polarization
polarisation *(sf)*
Polarisation *(sf)*

تحدث فى الضوء الطبيعى . مثل الذى ينبعث من المصادر الضوئية العادية . ذبذبات فى جميع الاتجاهات عموديا على اتجاه إنتشار الضوء ، ولا يفضل إتجاه بعينه عن غيره . مثل هذا الضوء يسمى غير مستقطب . أما إذا كان . على العكس من

ذلك ، هناك إتجاه سائد للذبذبات ، فإننا نتحدث فى هذه الحالة عن ضوء مستقطب . يسمى المستوى المار بكل من إتجاه الذبذبة المُفضل وإتجاه إنتشار الضوء بمستوى الذبذبة كما يسمى المستوى العمودى عليه **بمستوى الإستقطاب** . (وبدقة أكثَر فإن هناك ، فى حالة إتجاه ذبذبة الضوء ، إتجاه موَّجة الضوء ، أى الموَّجة الكهربائى الإليكترومغناطيسى) . يحدث الإستقطاب على سبيل المثال عند تشتت الضوء على الجسيمات الصغيرة . كما يحدث الإستقطاب البين نجمى نتيجة مرور ضوء النجم خلال تجمع كبير من ← غبار ما بين النجوم .

إستقراء النجوم

astrology
astrologie *(sf)*
Astrologie *(sf)*

تماما مثل ← التنجيم .

إستواء طولى الليل والنهار

equinox
équinoxe *(sm)*
Aequinoktium *(sn)*, **Tagundnachtsgleiche** *(sf)*

← نقطتى الاعتدالين .

إستوائى

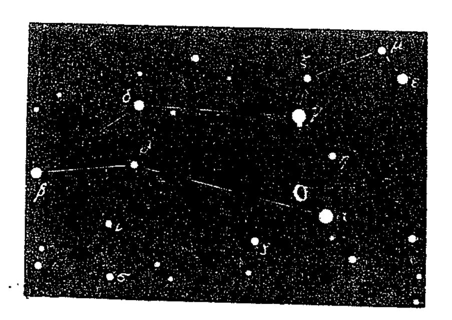
equatorial
équatorial
äquatorial

تسمية قديمة لطريقة تشييد نوع من ← المناظير .

الأسد

Leo, Leo *(L)*
lion
lion *(sm)*
Löwe *(sm)*

من أبراج نصف الكرة الشمالى ويرى فى ليالى الربيع . يسمى ألمع نجم فيه (α) ← قلب الأسد . ولهذا النجم كما للنجم β توابع خافتة . تعبر الشمس هذا البرج فى حركاتها السنوية



برج الأسد ألمع النجوم :

	α الأسد	β الأسد
الأسم اللاتينى	Regulus	Denebola
الأسم العربى	المليك (قلب الأسد)	ذَنَب الأسد
القدر	١ ٣٤	٢ ١٣
النوع الطيفى	B7	A3
نوع قوة الإشعاع	V	V
المسافة بالبارسك	٢٦	١٣

الظاهرية من بداية أغسطس حتى منتصف سبتمبر .

الأسد الأصغر

Leo Minor, Lmi *(L)*
lesser lion
petit lion *(sm)*
kleiner Löwe *(sm)*

أحد أبراج نصف الكرة الشمالى على الحدود الشمالية لبرج الأسد .

الأسديات

leonids
leonids *(pm)*
Leoniden *(pm)*

تيار دورى من الشهب مركزة برج الأسد يرى فى الفترة من ١٤ إلى ٢٠ نوفمبر ويبلغ أقصى شدته فى ١٧ نوفمبر . نشأ هذا التيار من المذنب I 1866 . وقد أنتج التيار على فترات زمنية تتراوح بين ٣٣ ، ٣٤ سنة أكبر عدد من الشهب ، وهذا الفترات تناظر دورة المذنب . حدث ذلك مثلا فى أعوام ١٧٩٩ ، ١٨٣٣ ، ١٨٦٦ ثم إنخفض بعد ذلك بشده كمية ما ينتج من شهب . وربما إنحرف مسار تيار الشهب بعيدا

عن مسار المذنب الأصلي. عادت الأسديات إلى الظهور ثانية في عام ١٩٦٦ بغزارة.

إسراع القمر

acceleration
accélération *(sf)*
Akzelaration *(sf)*

إضطراب في ← حركة القمر.

أسماء النجوم

star names
noms des étoiles *(pm)*
Sternamen *(pm)*

لألمع النجوم أسماء مثل الشعرى اليمانية أو العيوق أو النسر الواقع. وقد جاء كثير من أسماء النجوم من اللغة العربية مثل إبط الجوزاء والنسر الواقع والذنب. تسمى النجوم اللامعة في داخل كوكبه أو برج ما في المصنفات الفلكية بحروف إغريقية مع الإحتفاظ بترتيب اللمعان. ثم يأتي بعد الحرف الإغريقي صفة الكوكبة من الإسم اللاتيني وفي الغالب يوضع إختصار هذه الصفة. فمثلا يسمى نجم النسر الواقع في كوكبه السلياق α Lyr. وتسمى الشعرى اليمانية في كوكبه الكلب الأكبر α CMa. ويسمى نجم القطب α UMi. وفي اللغة العربية تسمى النجوم إما بحرف عربي أو إغريقي متبوعا بإسم الكوكبة مثل (α) الدب الأصغر. كما أن النجوم الخافتة في داخل كوكبه تسمى بحروف لاتينية أو بالأعداد في نفس الترتيب. ترجع هذه التسمية إلى «جون ماير» (١٥٧٢ـ ١٦٢٥) وإلى الفلكي الإنجليزي «فلامستيد» (١٦٤٦ ـ ١٧١٩). والنجوم الأخفت من القدر السادس، أي كل النجوم التي لا ترى بالعين المجردة، يرمز لها بأرقامها في المصنفات النجومية أو بواسطة إحداثياتها ويذكر قبل الرقم التصنيفي إسم المصنف الذي أدرجت فيه النجوم مثل BD أو HD. أما إذا وجدت قبل الرقم التصنيفي NGC أو N فإنه لا يُعنى بالجسم نجما منفردا وإنما حشد نجومي أو سديما مجريا أو مجموعة نجومية. وهناك رموز خاصة ← للنجوم المتغيرة، على سبيل المثال RR السلياق (RR Lyra) و RW العناز (RW Auriga).

وفي حالة ← النجوم المزدوجة يغلب تمييز المركبة اللامعة بالحرف A والمركبة الأخفت الحرف B ومثال ذلك الشعرى اليمانية A (Sirius A) والشعرى اليمانية B (Sirius B). ويدل وجود حرف لاتيني كبير بعد اسم الكوكبة على منبع راديوى مثال ذلك الثور A (Taurus A). ومايزال يعمل بهذه الرموز فقط بالنسبة للمنابع الراديوية القوية، أما في خلاف ذلك فإن المنابع الراديوية غير موحدة التسمية. إذا وضع خلف إسم الكوكبة أو اختصار إسمها حرف X متبوعا بعدد ما، فإن ذلك يعني منبعا لأشعة رونتجن، ومثال ذلك العقرب X1 ← (Sco X1). وعن اسماء الكوكبات ← الكوكبات.

السهى أو السها

Alkor *(L)*

نجم في كوكبه ← الدب الأكبر

الإشعاع

radiation
radiation *(sf)*
Strahlung *(sf)*

هو إنتشار الطاقة على شكل موجات أو جسميات مادية. وفي هذا الشأن فإن الطاقة التي تسقط في كل ثانية على مساحة قدرها ١ سم^{2} تسمى **بشدة أو قوة الإشعاع**.

إذا ما حدث الإنتشار على هيئة موجات فإن الحديث يكون عن **الإشعاع الموجي**. وينتمي إلى ذلك إنتشار الموجات الصوتية، وعلى وجه الخصوص الموجات الكهرومغناطيسية، مثل الضوء. وفي حالة النجوم فإن ما يُقصد بالإشعاع هو الإشعاع الموجي الكهرومغناطيسي. وفي **الإشعاع الموجي**

الكهرومغناطيسى تنتشر مجالات كهربية ومغناطيسية دورية التغيير فى كل من الزمان والمكان . وفى أى وقت نجد أن شدة المجال تختلف من مكان إلى آخر ، وذلك بحيث نقابل على نفس الأبعاد نفس شدة المجال . وتسمى المسافة ، على سبيل المثال ، بين مكانين فيهما المجال المغناطيسى أكبر ما يمكن بالطول الموجى للإشعاع . ينتقل هذا التوزيع المكافىء لشدة المجال بسرعة الضوء فى إتجاه إنتشار الإشعاع . فى أثناء ذلك تتغير شدة المجال عند كل مكان دوريا ، فتتأرجح هنا وهناك بين قيمة دنيا وقيمة قصوى . يسمى عدد الترنحات فى كل ثانية بذبذبة الإشعاع . ويربط بين الطول الموجى λ والذبذبة ν العلاقة $\lambda = c/\nu$ ، حيث c هى سرعة الضوء . والموجات الكهرومغناطيسية البصرية هى التى تتراوح أطوالها الموجية من ٤٠٠٠ ْ إلى ٨٠٠٠ ْ أ وتسمى ← بالضوء البصرى . وما يبحث فيه الفلك الراديوى من ← إشعاع الذبذبات هو أيضا موجات كهرومغناطيسية ، لكن أطوال موجاتها تتراوح بين ١ مم و٢٠ م . وعلى وجه العموم ينبعث من المنبع الإشعاعى خليط من الإشعاعات كثيرة ومختلفة الموجات . وإذا ما أنتظمت هذه الإشعاعات بجانب بعضها البعض حسب أطوال موجاتها فإننا نحصل بذلك على ← طيف الإشاع . وكل جسم يبعث بإشعاعات كهرومغناطيسية تعتمد شدتها وتركيبها الطيفى على درجة حرارة وخواص الجسم (← قوانين الإشعاع) . وعلى وجه الخصوص فإن الإشعاع الذى ليس أصله حراريا (← إشعاع الذبذبات الراديوية) ذو أهمية فى الفلك الراديوى .

فى حالة **الإشعاع الجسيمى** تنتشر الجسيمات المادية من منبع الإشعاع . إحدى هذه الإشعاعات الجسيمية على سبيل المثال هى ← الأشعة الكونية . وللشمس أيضا إشعاع جسيمى ، يتكون فى الغالب من بروتونات وإليكترونات (إشعاع الشمس الجسيمى ، الرياح الشمسية ، ← الشمس) .

الإشعاع الابطائى

Bremsstrahlung, slow down radiation
bremsstrahlung, radiation de freinage *(sf)*
Bremsstrahlung *(sf)*

الإشعاع السينكروتونى ، ← إشعاع الذبذبات الراديوية .

إشعاع الثلاث درجات

three grad - kelvin - raliation
troi grad - Kelvin - rayonnement *(sm)*
Drei grad Kelvin strahlung *(sf)*

إشعاع كونى مركز تتناسب شدته وتوزيع الطيف فيه مع خصائص الإشعاع الذى يصدر من جسم أسود مشع تبلغ درجة حرارته ٣ ْ كلفن . وحسب دقة الأرصاد الحالية فإن هذا الإشعاع يأتينا متساويا فى شدته من جميع أنحاء الكون . من هنا فإن نشأة هذا الإشعاع لا يمكن أن تُعزى إلى جسم بذاته فى الكون وإنما إمتلاء الكون بدرجة منتظمة بهذا الإشعاع . وعليه فيسمى إشعاع الثلاث درجات هذا أيضا بإشعاع الخلفية الكونى . وفى إطار النموذج النسبى للكون يُفسر هذا الإشعاع على أنه الإشعاع الباق من حالة سابقة للكون كانت سائدة منذ بلايين السنين ← كسمولوجى . وقد تم الاستدلال على وجود إشعاع الثلاث درجات قبل إكتشافه بحوالى عشرين عاما .

إشعاع الجسم الأسود

black body radiation
rayonnement du corps noir *(sm)*
schwarze Strahlung *(sf)*

هو الحالة المثالية لإشعاع جسم ، يتحدد فيه توزيع الطاقة حسب ← قوانين الإشعاع لبلانك . يسمى أى جسم يبعث بإشعاع إسود بالجسم الأسود .

الإشعاع الجسيمى

corpuscular radiation
rayonnement corpusculaire *(sm)*
Teilchenstrahlung *(sf)*, **Partikelstrahlung** *(sf)*

← الإشعاع .

إشعاع الخلفية الكونى

background radiation
rayonnement du fond *(sm)*
Hintergrundstrahlung *(sf)*

← إشعاع الثلاث درجات .

إشعاع الذبذبات الراديوى

radiofrequency radiation
rayonnement radioélectrique *(sm)*
Radiofrequenzstrahlung *(sf)*

هو ما ينبعث من الأجسام غير الأرضية من إشعاع كهرومغناطيسى فى النطاق الراديوى والأشعة القصيرة والموجات الميكرونية . ويمكن لهذا الإشعاع إختراق الغلاف الجوى الأرضى ليصل إلينا ، إذ أن ← الغلاف الجوى الأرضى له نافذة راديوية بجانب النافذة البصرية ، أى أنه منفذ بالنسبة للطول الموجى من ١مم إلى ٢٠م . أما الموجات الأقصر من ذلك فإنها تُمتص بواسطة ذرات وجزيئات الجزء السفلى من الغلاف الجوى الأرضى بينما الموجات الأطول من ذلك يعكسها الأيونوسفير ثانية فى الكون ، بحيث لا تصل إلى سطح الأرض . يستعمل فى الغالب فى النطاق الراديوى عدد الذبذبات فى الثانية بدلا من طول الموجة . وكلا القيمتين ، طول الموجة والذبذة تربطها العلاقة $\lambda = \frac{c}{\nu}$ ، c = ٣ × $١٠^{١٠}$ سم/ث وهى عبارة عن سرعة الضوء . وكوحدة للذبذبة يستعمل فى الغالب الميجاهرتز . ١ ميجا هرتز = ١ مليون ذبذبة لكل ثانية وعلى ذلك فإن :

طول الموجة	١ مم	١ سم	١٠ سم
الذبذبة (ميجا هرتز)	٣٠٠٠٠٠	٣٠٠٠٠	٣٠٠٠
طول الموجة	١ م	١٠ م	٢٠ م
الذبذبة (ميجا هرتز)	٣٠٠	٣٠	١٥

ويتم دراسة ، ما يصلنا من إشعاع راديوى من الأجسام غير الأرضية بواسطة الأجهزة الفلكية الراديوية ، مثل المنظار الراديوى ومقياس التداخل . وعلى حسب طريقة عمل هذه الأجهزة يمكن إستقبال نطاق ضيق من الموجات .

إن شدة الإشعاع الراديوى يمكن تمييزها بطرق مختلفة . فعلى سبيل المثال يتم ذلك بإعطاء الطاقة الموجودة فى حيز عرضه ١ هرتز والتى تسقط فى كل ثانية على مساحة قدرها ١ م^{٢} . أما إذا كنا بصدد إشعاع منطقة كبيرة فى السماء (كبيرة بالنسبة لكفاءة تفريق الجهاز المستخدم) فإن ذلك يستلزم أن تُنسب الطاقة أيضا إلى وحدة الزاوية المجسمة أو إلى الدرجة المربعة . وأحيانا يُعطى بدلا من الطاقة درجة الحرارة المكافئة ، التى يمكن أن يكون عليها جسم رمادى يشع بنفس الشدة فى نفس الحيز الطيفى . وقد تم أيضا تحديد أقدار لمعان راديوى بالنسبة للمنابع الراديوية (← اللمعان) .

تتساوى درجة الحرارة المكافئة مع درجة الحرارة الفعلية للمادة فقط عندما يكون العمق الضوئى للمادة ، فى الذبذبة تحت الإختبار ، غير منفذ وإلا فإن درجة الحرارة المكافئة تكون أقل من الأخرى . ومن هنا فإن درجة الحرارة المكافئة لمناطق HII الكثيفة فى مادة ما بين النجوم ، على سبيل المثال ، فى الموجات السنتيمترية والديسيمترية تساوى درجة حرارة الاليكترونات ، أى حوالى ١٠٠٠٠°ك أما فى مناطق الموجات المترية فهى أقل من ذلك .

ولابد من التمييز بين ما يسقط فى الثانية من طاقة وما يستقبله الهوائى ، أى كفاءته . من أجل ذلك تم تعريفه درجة حرارة الهوائى ، التى تكفى معرفتها فى حالة القياسات النسبية .

ماهية الإشعاع الراديوى : إن جزءا من الإشعاع الراديوى عبارة عن إشعاع حرارى ، فكل جسم يبعث بإشعاع كهرومغناطيسى يتناسب مع درجة حرارته . وبنقص درجة الحرارة تقل كذلك الطاقة

المنبعثة ، وتتزحزح مع ذلك منطقة أكبر إشعاع ناحية الموجات الأطول (← قوانين الإشعاع) . من هنا فإن جسما فى درجة حرارة الحجره ، لا يشع فى النطاق البصرى ، يمكنه أن يبعث بأشعة راديوية محسوسة . علاوة على ذلك فإن الإشعاع الراديوى الحرارى ينشأ أيضا فى مناطق HII من مادة ما بين النجوم ، التى يكون فيها الهيدروجين كامل التأين وذلك عن طريق الإنتقال الحر ـ حر فى المجالات الكهربية للأيونات (← الطيف) . أما الجزء غير الحرارى فيلعب دورا أكبر فى الإلاشعاع الراديوى . وينبعث جزء من ذلك أثناء تذبذب البلازما . فإذا ما أزيحت الاليكترونات السالبه بالنسبة للأيونات الموجبة بقوة ما فى بلازما ، أى فى غاز متأين ، فإن قوة الجذب تعمل كقوة معاكسه وتؤدى إلى الذبذبات . ومن الواضح أن مثل هذه الذبذبات تنشأ من سريان تيارات بلازمية فى إتجاهات مضادة أو تصادمها مع بعضها . ولا يزال المفهوم النظرى غير كامل عن تلك العملية . والإشعاع السينكروترونى غير حرارى أيضا (إشعاع الابطاء المغناطيسى) . ينبعث هذا الإشعاع من الاليكترونات السريعة جدا (التى تناظر طاقتها تقريبا طاقة الأشعة الكونية) والتى تتحرك فى مدارات حلزونية حول خطوط المجال المغناطيسى وتفقد أثناء ذلك بعض طاقتها . وللإشعاع السينكروترونى طيف مستمر وهو مستقطب ، أى أن ذبذباته تحدث فى مستوى واحد . وبذلك فإن الاليكترونات لا تُشع بطريقة مماثلة فى جميع الإتجاهات وإنما فى الواقع فى إتجاه حركتها فقط . وقد وجد أيضا فى النطاق البصرى لبعض الأجسام التى عُرِّفت بأنها منابع راديوية إشعاعا شديد الإستقطاب ويعتقد أن هذا ناشئ بفعل السينكروترون .

بجانب الطيف المستمر يوجد أيضاً طيف خطى فى النطاق الراديوى منه الانبعاثى والامتصاصى . وأشهر هذه الخطوط هو خط ٢١سم الذى يأتى من غاز هذا الخط نتيجة للتغيير المفاجئ فى عزم دوران الاليكترون ، بالنسبة لعزم دوران نواة ذرة الهيدروجين ، ويمكن أن يكون هذين العزمين متوازيين أو متضادين فى الإتجاه . ويحدث إنبعاثات الخط ٢١سم عندما تتحرر طاقة أثناء إنعكاس الدوران ، كما يحدث كخط إمتصاص عندما تتواجد ذرات الهيدروجين المتعادلة بين منبع راديوى قوى والمشاهد . ينبعث أيضا من الهيدروجين الغير نجمى خطوطا عندما تنتقل الإليكترونات من مستوى طاقة عال إلى مستوى مجاور . ولتلك الخطوط نظيراتها فى النطاق البصرى من الطيف ، على سبيل المثال خطوط بالمر (← الطيف) . وقد رُصدت على سبيل المثال الانتقالات من المستوى ١٦١ إلى ١٦٠ أو من المستوى ١٦١ إلى المستوى ١٥٩ . على أن ذرات الهيدروجين تصل إلى هذا المستوى العالى عندما يلتحم إليكترون مع بروتون بعد التأين . وقد تم أيضا إكتشاف خطوط إستئناف الإتحاد بالنسبة للهليوم المتأين مرة واحدة و(من المحتمل) الكربون فى النطاق الراديوى .

تنشأ خطوط الإنبعاث أو الإمتصاص فى جزيئات مادة ما بين النجوم ؛ NH_3 (الأمونيا ؛ λ ١٢٠ ـ ١٫٢٦ سم) ، H_2O (الماء ؛ λ = ١٫٣٤٨ ـ ١٫٦٤) ، CHOH (الفورمالدهايد ، λ = ٦٫٢١ ، ٢٫٠٧ ، ١٫٠٣ سم) ، CO (أول أكسيد الكربون ؛ λ = ٠٫٢٦ سم) ، CN (السيانوجين ؛ λ = ٢٫٦٤ سم) ، HCN (هالوجين السيان ؛ λ = ٠٫٣٤ سم) وكذلك HC_3N (سيان استيلين ؛ λ = ٣٫٣ سم) عند الانتقالات بين مستويات دوران الجزيئات . وتنشأ خطوط HO (شق الهيدروكسيل) الأربعة عند λ = ١٨ سم بالتأثير المتبادل بين الاليكترون الدوار ودوران الجزىء ومن التأثير المشترك لعزم البروتون المغناطيسى مع المجال المغناطيسى للإليكترونات الداخلية . وتوجد علاقة بين شدة هذه الخطوط الأربعة فى حالة التوازن

الديناميكي الحرارى . ونجد هذه العلاقة النظرية بين شدة الخطوط الأربعة عند مشاهدة خطوط HO كخطوط إمتصاص . أما إذا ظهرت كخطوط إنبعاث فيحدث عموما إختلاف كبير عن القيمة النظرية . ومن الواضح أن هناك عاملا مؤثر غير حرارى يعمل على هذا الإنبعاث مثل الذى يلعب دورا كبيرا فى حالة إشعاع الميزر والليزر . ولا تزال العملية الحقيقية غير معروفة حتى الآن . شوهدت أيضا خطوط دوران من HO السفير نجمى عند λ = ٦٫٣ ، ٥ ، ٨٫٣سم .

(I)الاشعاع الراديوى من المجموعة الشمسية : إن الإشعاع الراديوى للشمس وإن كان صغيرا إذا قورن بإشعاعها فى النطاق البصرى ، يمكن مشاهدته بسبب البعد البسيط بيننا وبين الشمس . ويمثل إشعاع الشمس الغير مضطرب (الإشعاع الراديوى للشمس الهادئة) الإشعاع الحرارى الدائم لكل من الكروموسفير والكورونا . فوق هذا الإشعاع نجد الإشعاع المضطرب (الإشعاع الراديوى للشمس المضطربة) الذى تظهر فيه أنواع كثيرة من الاشعاع غير الحرارى . ويصوره أقرب ← الشمس .

أمكن أيضا رصد إشعاع راديوى حرارى من ← القمر ومن كل الكواكب بإستثناء بلوتو . وهذه أمثلة لأجسام ذات درجات حرارة منخفضة ، ليس لها إشعاع ذاتى فى النطاق البصرى ولكن إشعاع راديوى محسوس ينبعث منها . وغير حرارى ، على العكس من ذلك ، هو الإشعاع الراديوى الذى نستقبله من ← المشترى والذى ينبعث بالإضافه إشعاعه الحرارى .

(II) الإشعاع الراديوى من مجرة سكة التبانه : توجد أنواع عديدة من الإشعاع الراديوى لسكة التبانه ، أى من الأشعة الراديوية المجرية ، التى يمكن تقسيمها إلى طيف مستمر وآخر مكون من خط أو عدة خطوط . أيضا فإنه من الممكن فى الطيف المستمر من الإشعاع الراديوى التمييز بين الإشعاع الراديوى «العام» ، الذى يأتى بصورة منتظمة تقريبا من أماكن بعيدة فى السماء . وبين ← المنابع الراديوية المنعزلة . والأخيرة عبارة عن مناطق متغيرة ذات إشعاع راديوى شديد يرتفع على وجه الخصوص فوق الإشعاع العام . ويتم دراسة توزيع شدة الإشعاع المستمر فى السماء عند أطوال موجية مختلفة وتسجل بعد ذلك على خرائط أيزوفوتيه (متساويات الشدة) .

وجزء من الإشعاع الراديوى ذى الطيف المستمر حرارى والجزء الآخر غير حرارى . ويحاول الباحثون فصل كل من الجزئين حسب مجرى شدة الطيف . وهذا ممكن جزئيا على الأقل لأن شدة الإشعاع غير الحرارى تتناقص بدرجة أكبر ناحية الموجات القصيرة عن الإشعاع الراديوى الحرارى . ومن هنا فإن النسبة بين الجزئين تختلف تبعا لطول الموجة .

(ا) ينشأ الإشعاع الراديوى الحرارى فى مناطق من غاز ما بين النجوم ، الذى يوجد فيه الهيدروجين متأينا . ويمكن مشاهدة هذا الإشعاع فى النطاق الديسمترى من الموجات القصيرة . وهنا يظهر هذا الإشعاع نتيجة لما ذكرنا من إختلاف فى شدة الطيف أقوى من الإشعاع غير الحرارى ، عنه فى حالة الموجات الطويلة . إن مناطق H II الكثيفة جدا والتى نشاهد غير البعيد منها كسدم إنبعاثية لامعه ، تشع فى الموجات الديسمترية كثير من الأشعة الراديوية الحرارية بحيث تظهر كمنابع راديوية بالنسبة لما يجاورها من مناطق ضعيفة الإشعاع الراديوى . ومناطق H II الأقل كثافة ، والتى ترى أيضا خافتة الإضاءة فى النطاق البصرى لها إشعاع راديوى خافت ومتشتت فى الموجات الديسمترية . وتتواجد مناطق H II فى الأذرع الحلزونية ولهذا فإن الإشعاع الراديوى الحرارى يأتى من المناطق على القبة السماويه التى نرى فيها سكة التبانه فى النطاق البصرى . ويستقبل أيضا إشعاع راديوى حرارى منبعثا من السدم الكوكبية .

(ب) إن كل ما يبعث من مجموعة سكة التبانه من إشعاع راديوى فى الموجات الأطول من ١م هو إشعاع غير حرارى . وفى الأطوال الموجية التى تزيد عن ١٠م نجد أن الإشعاع الراديوى غير الحرارى أقوى من الإشعاع الحرارى للسدم الإنبعاثية الكثيفة ؛ لهذا فإن تلك السدم تبدو «داكنه» فى وسط «لامع» ، لأنها لا تسمح بنفاذ الإشعاع الغير حرارى لما خلفها من ماده (أى أنها فى هذا النطاق الموجى عميقة ضوئيا) . يمكن ، حسب توزيع شدة الطيف على الكره السماوية التمييز بين مركبتين : (α) مركبة غير منتظمة «المركبة القرصية» وتأتى مما نراه فى النطاق البصرى كسكة التبانه . وهذا الإشعاع الراديوى يحتمل أن يكون ناشئا من الأذرع الحلزونية ، التى ينبعث منها كإشعاع سينكروترونى من الإليكترونات سريعة الحركة فى المجال المغناطيسى الغير نجمى . وقد جرت محاولات عديدة لرسم الأذرع الحلزونية بدلالة هذا الإشعاع . (β) مركبة منتظمة وقليلة الشدة ، تأتى من جميع أجزاء السماء . شدة هذه المركبة أقوى ما تكون بالقرب من مستوى سكة التبانه وعند الإتجاه إلى مركز المجره . ويعتقد أن تكون هذه المركبة ناتجة كإشعاع راديوى سينكروترونى من الإليكترونات التى تغلف مجرة سكة التبانه بطبقة رقيقة على شكل هالة مجرية . ينبعث من مركبة الهالة هذه إشعاع راديوى أكثر من المركبة القرصية ، لأنها تأتينا من حيز كبير فى السماء . إلا أنه يصعب فصل هذه المركبة ، التى مازال بعض الراصدين يشك فى وجودها عن الإشعاع الراديوى من خارج المجرة . أما الإشعاع الراديوى غير المستمر فينشأ فى مادة ما بين النجوم وبواسطته يمكن أحيانا دراسة بعض السحب الغير نجمية ، فقد توجد هذه قريبة من بعضها بحيث لا يمكن تمييزها كمنابع منفصلة . ينطبق ذلك قبل أى شئ على سحب الهيدروجين المتعادل ، سحب H I ، التى ينبعث منها الخط ٢١سم والتى تنتظم على طول الأذرع الحلزونية . ومن هنا فإن أرصاد هذا الخط لها أهمية كبيرة ، مثلا فى دراسة تركيب ← مجموعة سكة التبانه . كما أنه بواسطة خطوط إستئناف الاتحاد ، عالية الاثارة ، من الهيدروجين الغير نجمى وأيضا بواسطة خطوط الجزيئات يمكن دراسة سحب منفرده من ← غاز ما بين النجوم ، التى تكون أحيانا صغيرة جدا .

« III » الإشعاع الراديوى من خارج المجرة : أمكن إستقبال إشعاع راديوى قادم من خارج مجرة سكة التبانه . وهذا الإشعاع عبارة عن إشعاع ← المنابع الراديوية الخارجية ، وقد أمكن التأكد من تطابق هذه المنابع مع أماكن مجموعات نجومية معروف مكانها بصريا . وعلى وجه العموم فإننا نميز من ناحية بين المجموعات النجومية العادية ، أى التى تشع بدرجة قليلة فى النطاق الراديوى (على سبيل المثال ينتمى إلى هذه المجموعة بالنسبة لراصد خارجى كل من سديم المرأة المسلسلة وسكة التبانه) وبين المجرات الراديوية من ناحية أخرى ، التى تشع بدرجة كبيرة تبلغ فى بعض الأحيان ملايين المرات أكبر مما تشعه المجرات العادية ، فى النطاق الراديوى . وتوجد ← المنابع الراديوية الشبيهة بالنجوم خارج مجرة سكة التبانه .

علاوة على هذا يوجد إشعاع راديوى خارجى يأتى بدرجة متساوية من جميع أنحاء السماء . ويتضح من تركيبه الطيفى أنـه عبارة عن إشعاع جسم رمادى تبلغ درجة حرارته ٣°ك . نشأ ← إشعاع الثلاث درجات من المرحلة الأولى التى كان عليها الكون ، ← كسمولوجى .

الإشعاع الراديوى

radioradiation
rayonnement radioélectrique *(sm)*
Radiostrahlung *(sf)*

هو ← إشعاع الذبذبات الراديوى .